

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

Análisis y evaluación de la amenaza y vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas en el P.J. San Juan – Chimbote – 2022

**TESIS PARA OBTENER EL
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

- Bach. Rodríguez Cavero, Steven Michael
- Bach. Roncal Vásquez, Wilson Andree

ASESOR:

- Mag. León Malo, Iván Eliseo
- DNI N° 41293198
- Código ORCID N° 0000-0003-4609-405X

NUEVO CHIMBOTE – PERU

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

Análisis y evaluación de la amenaza y vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas en el P.J. San Juan – Chimbote – 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Revisado y Aprobado por:

Mag. León Malo, Iván Eliseo

Asesor

DNI N° 41293198

Código ORCID N° 0000-0003-4609-405X

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

Análisis y evaluación de la amenaza y vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas en el P.J. San Juan – Chimbote – 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Revisado y Aprobado por:

Ms. Villavicencio González, Felipe Eleuterio

Presidente

DNI N° 26673663

Código ORCID: 0000-0002-3500-2378

Dr. López Carranza, Atilio Rubén

Secretario

DNI N° 32965940

Código ORCID: 0000-0002-3631-2001

Mag. León Malo, Iván Eliseo

Integrante

DNI N° 41293198

Código ORCID: 0000-0003-4609-405X



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 24 días del mes de enero del año dos mil veinticuatro, siendo las 11: 00 horas, en el Aula C-1 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 758-2023-UNS-CFI, con fecha 27.11.2023, integrado por los siguientes docentes: Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Presidente), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Secretario), Mag. Iván Eliseo León Malo (Integrante), Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Accesitario) en base a la Resolución Decanal N° 006-2024-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE - 2022", presentado por los Bachilleres: : RODRÍGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL con cód. N° 0201713033, y RONCAL VÁSQUEZ WILSON ANDREE con cód. N° 0201713024, quienes fueron asesorados por el docente Mag. Iván Eliseo León Malo, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 318-2022-UNS-FI, de fecha 06.06.2022.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

| BACHILLER | PROMEDIO VIGESIMAL | PONDERACIÓN |
|---------------------------------|--------------------|-------------|
| RODRÍGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL | 16 | REGULAR. |

Siendo las 12.00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 24 enero de 2024.


Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González
Presidente


Dr. Atilio Rubén López Carranza
Secretario


Mag. Iván Eliseo León Malo
Integrante



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

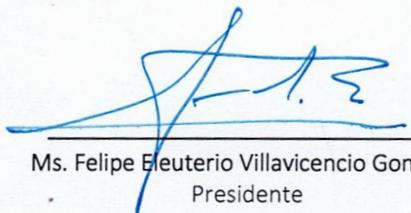
A los 24 días del mes de enero del año dos mil veinticuatro, siendo las 11: 00 horas, en el Aula C-1 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 758-2023-UNS-CFI, con fecha 27.11.2023, integrado por los siguientes docentes: Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Presidente), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Secretario), Mag. Iván Eliseo León Malo (Integrante), Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Accesitario) en base a la Resolución Decanal N° 006-2024-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE - 2022", presentado por los Bachilleres: : RODRÍGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL con cód. N° 0201713033, y RONCAL VÁSQUEZ WILSON ANDREE con cód. N° 0201713024, quienes fueron asesorados por el docente Mag. Iván Eliseo León Malo, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 318-2022-UNS-FI, de fecha 06.06.2022.

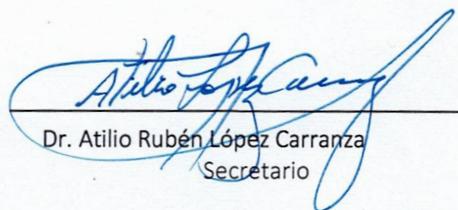
El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

| BACHILLER | PROMEDIO VIGESIMAL | PONDERACIÓN |
|------------------------------|--------------------|-------------|
| RONCAL VÁSQUEZ WILSON ANDREE | 16 | REGULAR. |

Siendo las 12.00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 24 enero de 2024.


Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González
Presidente


Dr. Atilio Rubén López Carranza
Secretario


Mag. Iván Eliseo León Malo
Integrante



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Steven Michael RODRIGUEZ CAVERO
Título del ejercicio: TESIS FINAL
Título de la entrega: Análisis y Evaluación de la Amenaza y Vulnerabilidad Sísmic...
Nombre del archivo: TESIS_FINAL.pdf
Tamaño del archivo: 61.06M
Total páginas: 791
Total de palabras: 153,516
Total de caracteres: 788,811
Fecha de entrega: 26-ene.-2024 09:39a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2278952525

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



"Análisis y Evaluación de la Amenaza y Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones Autoconstruidas en el P.J. San Juan – Chimbote – 2022"

TESIS PARA OBTENER EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

- Bach. RODRIGUEZ CAVERO, Steven Michael
- Bach. RONCAL VASQUEZ, Wilson Andree

ASESOR:

- Mag. LEÓN MALO, Iván Eliseo
- DNI N° 41293198
- Código ORCID N° 0000-0003-4609-405X

NUEVO CHIMBOTE – PERU
2024

Análisis y Evaluación de la Amenaza y Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones Autoconstruidas en el P.J. San Juan – Chimbote – 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet | 7% |
| 2 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | 2% |
| 3 | cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet | 2% |
| 4 | repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 5 | repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet | 1% |
| 6 | repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 7 | repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 8 | repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet | <1% |
| 9 | Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante | <1% |

DEDICATORIAS

Dedico esta tesis a mis amados padres Michael y Violeta, cuyo amor incondicional y sacrificio han sido la piedra angular de mi formación académica. Agradezco su constante apoyo y aliento en cada paso de este camino. También quiero reconocer a mis queridos profesores, cuya sabiduría y guía han moldeado mi crecimiento académico y profesional.

Además, dedico este logro a Dios, el forjador de mi camino. Agradezco su presencia constante, su guía y fortaleza en los momentos más difíciles de mi vida.

RODRIGUEZ CAVERO, Steven Michael

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios, quien me ha otorgado el regalo de la vida y me ha bendecido cada día. También quiero reconocer y agradecer a mis padres, Wilson y Liliana, por su apoyo incondicional y su amor que nunca ha flaqueado. Asimismo, quiero agradecer a mis amigos por su aliento constante y su comprensión a lo largo de este camino que he recorrido.

Agradezco a Dios, y a los que me apoyaron en los momentos difíciles de mi vida especialmente a mis amigos más cercanos. Esta tesis está dedicada a ustedes.

RONCAL VASQUEZ, Wilson Andree

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a nuestros estimados docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Santa. Su compromiso, dedicación y experiencia han sido fundamentales en el desarrollo de nuestra tesis.

De manera especial, agradecemos al Mg. Ing. LEÓN MALO, Iván Eliseo, por su valiosa orientación y apoyo durante todo el proceso. Estamos profundamente agradecidos por su invaluable contribución a nuestra formación académica.

RODRIGUEZ & RONCAL

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-------------|
| DEDICATORIAS | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| ÍNDICE GENERAL | iv |
| INDICE DE TABLAS | x |
| INDICE DE FIGURAS | xii |
| INDICE DE ECUACIONES | xix |
| RESUMEN | xxi |
| ABSTRACT | xxii |
| | |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN | 2 |
| 1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA | 2 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 4 |
| 1.2.1. PROBLEMA GENERAL | 4 |
| 1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS | 4 |
| 1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN | 4 |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL | 4 |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 4 |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA | 5 |
| 1.4.1. JUSTIFICACION | 5 |
| 1.4.2. IMPORTANCIA | 6 |
| 1.5. DELIMITACIÓN Y LIMITACIONES | 6 |
| 1.5.1. DELIMITACION ESPACIAL | 6 |
| 1.5.2. DELIMITACION TEMPORAL | 6 |
| 1.5.3. DELIMITACION TEMÁTICA | 7 |
| 1.5.4. LIMITACIONES | 7 |
| 1.6. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN | 7 |
| | |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO | 9 |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN | 9 |
| 2.1.1. INTERNACIONALES | 9 |
| 2.1.2. NACIONALES | 10 |
| 2.1.3. LOCALES | 12 |
| 2.2. BASE TEÓRICA | 15 |
| 2.2.1. EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS | 15 |
| 2.2.1.1. GRADOS DE CONSOLIDACIÓN | 15 |

| | | |
|--------------|--|----|
| 2.2.2. | SISMICIDAD..... | 17 |
| 2.2.2.1. | DEFINICION | 17 |
| 2.2.2.2. | SISMOLOGÍA..... | 17 |
| 2.2.2.3. | SISMICIDAD GLOBAL..... | 17 |
| 2.2.2.4. | ACTIVIDAD SISMICA EN PERU..... | 22 |
| 2.2.2.5. | ZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL PERÚ | 22 |
| 2.2.2.6. | FALLAS ACTIVAS EN PERÚ..... | 24 |
| 2.2.2.7. | ZONIFICACIÓN SÍSMICA REGIONAL..... | 25 |
| 2.2.2.8. | GEOLOGIA DE LA REGIÓN ÁNCASH..... | 26 |
| 2.2.2.8.1. | GEOMORFOLOGIA..... | 26 |
| 2.2.2.8.2. | GEOLOGÍA LOCAL..... | 28 |
| 2.2.2.8.3. | GEOLOGÍA REGIONAL..... | 29 |
| 2.2.2.9. | EVALUACION Y DETERMINACIÓN DE SISMICIDAD | 30 |
| 2.2.2.10. | INTENSIDAD SÍSMICA..... | 30 |
| 2.2.2.11. | ENERGÍA DE UN SISMO..... | 32 |
| 2.2.3. | AMENAZA SÍSMICA | 32 |
| 2.2.3.1. | DEFINICIÓN | 32 |
| 2.2.3.2. | METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DEL PELIGRO SÍSMICO..... | 33 |
| 2.2.3.2.1. | MÉTODO DETERMINÍSTICO | 35 |
| 2.2.3.2.2. | MÉTODO PROBABILÍSTICO | 36 |
| 2.2.3.3. | IDENTIFICACIÓN DE FUENTES SISMOGENICAS..... | 38 |
| 2.2.3.4. | FUENTES SISMOGÉNICAS Y PARÁMETROS SISMOLÓGICOS | 41 |
| 2.2.3.5. | DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RECURRENCIA SISMOLÓGICOS | 47 |
| 2.2.3.6. | LEYES DE ATENUACIÓN..... | 49 |
| 2.2.3.7. | FUENTES DE SUBDUCCIÓN..... | 50 |
| 2.2.3.8. | FUENTES CORTICALES: | 51 |
| 2.2.3.9. | CÁLCULO DEL PELIGRO SÍSMICO | 53 |
| 2.2.3.10. | PROGRAMA CRISIS | 56 |
| 2.2.4. | VULNERABILIDAD SÍSMICA..... | 57 |
| 2.2.4.1. | DEFINICIÓN | 57 |
| 2.2.4.2. | METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA..... | 58 |
| 2.2.4.2.1. | DESCRIPCION DE LAS METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA..... | 59 |
| 2.2.4.2.1.1. | MÉTODOS ANALÍTICOS O DIRECTOS..... | 59 |
| 2.2.4.2.1.2. | MÉTODOS INDIRECTOS O DE ÍNDICES DE VULNERABILIDAD | 59 |
| 2.2.4.2.1.3. | MÉTODOS BASADOS EN EXPERTOS | 59 |
| 2.2.4.2.1.4. | EVALUACIONES VISUALES Y DE CAMPO | 60 |

| | |
|---|-----|
| 2.2.4.2.1.5. MÉTODOS BASADOS EN REGISTROS SÍSMICOS | 60 |
| 2.2.4.2.2. DESCRIPCIÓN DE VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LOS MÉTODOS EXAMINADOS | 60 |
| 2.2.4.2.2.1. METODOLOGÍA DEL ATC-14..... | 61 |
| 2.2.4.2.2.2. MÉTODO NAVFAC | 62 |
| 2.2.4.2.2.3. METODOLOGÍA FEMA-178 | 64 |
| 2.2.4.2.2.4. METODOLOGÍA DE LA AIS | 65 |
| 2.2.4.2.2.5. METODOLOGÍA DE ÍNDICES DE VULNERABILIDAD | 66 |
| 2.2.4.2.3. METODOLOGÍA SELECCIONADA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA..... | 68 |
| 2.2.4.3. MÉTODO DE LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA (BENEDETTI Y PETRINI, 1982)..... | 70 |
| 2.2.4.3.1. MÉTODO DE LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD PARA EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA | 71 |
| 2.2.4.3.2. ADAPTACIÓN DEL MÉTODO DE LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD.. | 73 |
| 2.2.4.3.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE VULNERABILIDAD Y ASIGNACIÓN DE CATEGORÍAS | 75 |
| 2.2.4.3.3.1. PARÁMETRO N° 1: ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE..... | 76 |
| 2.2.4.3.3.2. PARÁMETRO N° 2: CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE | 84 |
| 2.2.4.3.3.3. PARÁMETRO N° 3: RESISTENCIA CONVENCIONAL..... | 93 |
| 2.2.4.3.3.4. PARÁMETRO N° 4: POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN | 104 |
| 2.2.4.3.3.5. PARÁMETRO N° 5: DIAFRAGMA HORIZONTAL | 108 |
| 2.2.4.3.3.6. PARÁMETRO N° 6: CONFIGURACIÓN EN PLANTA | 112 |
| 2.2.4.3.3.7. PARÁMETRO N° 7: CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN | 119 |
| 2.2.4.3.3.8. PARÁMETRO N° 8: SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS | 124 |
| 2.2.4.3.3.9. PARÁMETRO N° 9: TIPO DE CUBIERTA..... | 126 |
| 2.2.4.3.3.10. PARÁMETRO N° 10: ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES..... | 128 |
| 2.2.4.3.3.11. PARÁMETRO N° 11: ESTADO DE CONSERVACIÓN..... | 131 |
| 2.2.4.4. FUNCIONES DE VULNERABILIDAD..... | 134 |
| 2.2.5. RIESGO SÍSMICO..... | 138 |
| 2.2.5.1. DEFINICIÓN | 138 |
| 2.2.5.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO | 139 |
| 2.2.5.3. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DAÑO (ID) | 139 |
| 2.2.5.4. CLASIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO SÍSMICO | 139 |
| 2.2.5.5. ANÁLISIS DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS | 141 |
| 2.2.5.5.1. CÁLCULO DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA DE EDIFICACIONES | 142 |
| 2.2.5.5.2. PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE (PML)..... | 143 |
| 2.2.5.5.3. CURVA DE PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE (PML)..... | 144 |

| | |
|---|------------|
| 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS | 145 |
| 2.4. MARCO NORMATIVO | 147 |
| CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS..... | 149 |
| 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN | 149 |
| 3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN | 149 |
| 3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN | 149 |
| 3.4. UNIDAD DE ANÁLISIS | 150 |
| 3.5. UBICACIÓN..... | 150 |
| 3.5.1. DATOS GENERALES | 150 |
| 3.5.2. COORDENADAS | 150 |
| 3.5.3. LÍMITES..... | 150 |
| 3.5.4. EXTENSIÓN..... | 150 |
| 3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA | 152 |
| 3.7. VARIABLES | 154 |
| 3.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE..... | 154 |
| 3.7.2. VARIABLES DEPENDIENTES..... | 155 |
| 3.7.3. MATRIZ DE CONSISTENCIA..... | 157 |
| 3.7.4. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | 158 |
| 3.8. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 159 |
| 3.8.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS | 159 |
| 3.8.1.1. BIBLIOGRÁFICA | 159 |
| 3.8.1.2. OBSERVACIÓN DIRECTA..... | 159 |
| 3.8.1.3. ENSAYOS EN LABORATORIO Y CAMPO..... | 159 |
| 3.8.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS | 159 |
| 3.8.2.1. ENSAYOS DE CAMPO | 159 |
| 3.8.2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO | 160 |
| 3.8.2.3. FICHA DE RECOLECCION DE DATOS DE MÉTODO DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD | 160 |
| 3.8.3. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS | 160 |
| 3.9. PROCEDIMIENTOS | 167 |
| 3.9.1. PROCEDIMIENTO PARA EL ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA SISMICA DEL P.J. SAN JUAN..... | 167 |
| 3.9.1.1. USO DEL PROGRAMA CRISIS 2007 | 167 |
| 3.9.1.2. GEOMETRÍA DE LAS ZONAS SISMOGÉNICAS | 168 |
| 3.9.1.3. PARÁMETROS SISMOLÓGICOS DE LA FUENTE SISMOGÉNICA | 169 |
| 3.9.1.4. ATENUACIÓN DE LAS ONDAS SÍSMICAS | 170 |

| | |
|---|-----|
| 3.9.2. PROCEDIMIENTO PARA EL ANALISIS Y EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS DEL P.J. SAN JUAN..... | 172 |
| 3.9.3. PROCEDIMIENTO PARA EL ANALISIS Y EVALUACION DEL RIESGO SISMICO Y ANÁLISIS DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS | 173 |
| 3.10. MÉTODO DE ANÁLISIS..... | 174 |

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES177

| | |
|---|-----|
| 4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS..... | 177 |
| 4.1.1. RESULTADOS DEL ANALISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA SISMICA DEL P.J. SAN JUAN..... | 177 |
| 4.1.1.1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL PELIGRO SÍSMICO PROBABILÍSTICO DEL P.J. SAN JUAN..... | 177 |
| 4.1.1.1.1. ESPECTROS DE PELIGRO UNIFORME..... | 179 |
| 4.1.1.1.2. MAPA DE ISOACELERACIONES O PELIGRO SÍSMICO | 182 |
| 4.1.1.1.3. FRECUENCIA ANUAL DE EXCEDENCIA | 183 |
| 4.1.1.1.4. ESCENARIOS DE PELIGRO SÍSMICO..... | 186 |
| 4.1.1.2. RESULTADOS DE LA MICROZONIFICACION SISMICA-GEOTÉCNICA DEL P.J. SAN JUAN..... | 189 |
| 4.1.1.2.1. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS REALIZADO EN EL P.J. SAN JUAN (ANEXO 1)..... | 189 |
| 4.1.1.2.1.1. DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO..... | 189 |
| 4.1.1.2.1.2. SECTORIZACIÓN DEL P.J. SAN JUAN DE ACUERDO CON EL TIPO DE SUELO (NORMA E.030)..... | 190 |
| 4.1.1.2.2. PLANO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA-GEOTÉCNICA DEL P.J. SAN JUAN | 192 |
| 4.1.1.2.3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN DE SUELOS | 193 |
| 4.1.1.2.3.1. RESULTADOS DE LA EVALUACION DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN DE SUELOS DE ACUERDO CON EL ARTÍCULO 38 DE LA NORMA E.050..... | 193 |
| 4.1.1.2.3.2. ELEVACIÓN DE LA NAPA FREÁTICA EN EL P.J. SAN JUAN..... | 194 |
| 4.1.1.2.3.3. FORMACIÓN DE LA LAGUNA SAN JUAN | 194 |
| 4.1.1.2.3.4. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN DE LOS SUELOS EN EL P.J. SAN JUAN | 194 |
| 4.1.2. RESULTADOS DEL ANALISIS Y EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN | 197 |
| 4.1.2.1. RESULTADOS DE LOS 11 PARÁMETROS DE VULNERABILIDAD | 197 |
| 4.1.2.1.1. PARÁMETRO N° 1: ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE..... | 198 |
| 4.1.2.1.2. PARÁMETRO N° 2: CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE | 203 |
| 4.1.2.1.3. PARÁMETRO N° 3: RESISTENCIA CONVENCIONAL..... | 208 |
| 4.1.2.1.4. PARÁMETRO N° 4: POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN | 213 |
| 4.1.2.1.5. PARÁMETRO N° 5: DIAFRAGMA HORIZONTAL | 217 |
| 4.1.2.1.6. PARÁMETRO N° 6: CONFIGURACIÓN EN PLANTA | 221 |

| | |
|---|------------|
| 4.1.2.1.7. PARÁMETRO N° 7: CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN | 226 |
| 4.1.2.1.8. PARÁMETRO N° 8: SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS | 230 |
| 4.1.2.1.9. PARÁMETRO N° 9: TIPO DE CUBIERTA..... | 234 |
| 4.1.2.1.10. PARÁMETRO N° 10: ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES..... | 238 |
| 4.1.2.1.11. PARÁMETRO N° 11: ESTADO DE CONSERVACIÓN..... | 243 |
| 4.1.2.2. RESULTADOS DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA | 247 |
| 4.1.2.3. RESULTADOS DE LA FORMULACIÓN DE LAS ECUACIONES DE LAS FUNCIONES DE VULNERABILIDAD | 251 |
| 4.1.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO SISMICO EN EL P.J. SAN JUAN..... | 254 |
| 4.1.3.1. RESULTADOS DEL CALCULO DE INDICE DE DAÑO (ID) Y NIVEL DE RIESGO SISMICO | 254 |
| 4.1.3.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS..... | 264 |
| 4.1.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS | 268 |
| 4.2. DISCUSIONES | 272 |
| CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 278 |
| 5.1. CONCLUSIONES..... | 278 |
| 5.2. RECOMENDACIONES..... | 280 |
| CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA..... | 284 |
| ANEXOS | 287 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1: Principales sistemas de Fallas activas en Perú..... | 24 |
| Tabla 2: Fuentes sísmogénicas para el territorio peruano. | 42 |
| Tabla 3: Parámetros sísmológicos de las fuentes sísmogénicas definidas en el presente estudio. | 49 |
| Tabla 4: Valores de las constantes C_i para roca..... | 51 |
| Tabla 5: Valores de las constantes C_i para $M \leq 6.5$ | 52 |
| Tabla 6: Valores de las constantes C_i para $M > 6.5$ | 53 |
| Tabla 7: Valores representativos de criterios empleados en la selección de movimientos sísmicos de diseño. | 56 |
| Tabla 8: Método de los índices de vulnerabilidad para edificaciones de albañilería. | 72 |
| Tabla 9: Clasificación por Niveles de Vulnerabilidad. | 73 |
| Tabla 10: Relación entre el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú con los parámetros definidos originalmente en el método italiano de los Índices de Vulnerabilidad sísmica. | 74 |
| Tabla 11: Lista de parámetros a considerar según el método de los índices de vulnerabilidad utilizados en la presente investigación para evaluar el estado estructural de las edificaciones. | 75 |
| Tabla 12: Asignación de categorías para el parámetro organización del sistema resistente..... | 83 |
| Tabla 13: Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para muros confinados..... | 85 |
| Tabla 14: Asignación de categorías para el parámetro calidad del sistema resistente..... | 93 |
| Tabla 15: Métodos para determinar f'_m y v'_m | 97 |
| Tabla 16: Resistencias características de la albañilería M_{pa} (kg/cm^2). | 97 |
| Tabla 17: Factores de zona “Z”..... | 99 |
| Tabla 18: Perfiles de suelo. | 99 |
| Tabla 19: Factor de suelo “S”..... | 100 |
| Tabla 20: Periodos T_p y T_l por tipo de suelo. | 100 |
| Tabla 21: Factor de amplificación sísmica. | 101 |
| Tabla 22: Valores del coeficiente básico de reducción según sistemas estructurales..... | 101 |
| Tabla 23: Valores para irregularidades en altura. | 102 |
| Tabla 24: Valores para irregularidades en planta. | 102 |
| Tabla 25: Asignación de categorías para el parámetro resistencia convencional..... | 103 |
| Tabla 26: Asignación de categorías para el parámetro posición del edificio y cimentación. | 107 |
| Tabla 27: Asignación de categorías para el parámetro diafragma horizontal. | 112 |
| Tabla 28: Asignación de categorías para el parámetro configuración en planta. | 118 |
| Tabla 29: Asignación de categorías para el parámetro configuración en elevación..... | 123 |
| Tabla 30: Asignación de categorías para el parámetro separación máxima entre muros. | 125 |
| Tabla 31: Asignación de categorías para el parámetro tipo de cubierta. | 128 |
| Tabla 32: Asignación de categorías para el parámetro elementos no estructurales..... | 131 |
| Tabla 33: Asignación de categorías para el parámetro estado de conservación. | 134 |
| Tabla 34: Ecuaciones de las curvas de Índice de Daños para Albañilería Confinada. | 137 |
| Tabla 35: Descripción de escalas y niveles de Riesgo Sísmico. | 140 |
| Tabla 36: Marco Normativo. | 147 |
| Tabla 37: Cuadro resumen por manzanas y lotes de las viviendas del P.J. San Juan, Chimbote. | 152 |
| Tabla 38: Matriz de Consistencia. | 157 |
| Tabla 39: Matriz de Operacionalización de Variables..... | 158 |
| Tabla 40: Aceleraciones Máximas en suelo firme (S1) en unidades PGA (gal y g) para la zona de estudio..... | 186 |
| Tabla 41: Factores de amplificación del suelo S para el P.J. San Juan. | 187 |
| Tabla 42: Aceleraciones Máximas en suelo intermedio (S2) en unidades PGA (gal y g) para la zona de estudio..... | 187 |
| Tabla 43: Aceleraciones Máximas en suelo blando (S3) en unidades PGA (gal y g) para la zona de estudio..... | 188 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 44: Cuadro de resumen de valores de la Zona “I”. | 191 |
| Tabla 45: Cuadro de resumen de valores de la Zona “II”. | 192 |
| Tabla 46: Clasificación del potencial de licuación del P.J. San Juan. | 193 |
| Tabla 47: Porcentaje de edificaciones según el número de pisos. | 197 |
| Tabla 48: Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 1 según el número de pisos. | 199 |
| Tabla 49: Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 2 según el número de pisos. | 203 |
| Tabla 50: Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 3 según el número de pisos. | 208 |
| Tabla 51: Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 4 según el número de pisos. | 213 |
| Tabla 52: Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 5 según el número de pisos. | 217 |
| Tabla 53: Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 6 según el número de pisos. | 222 |
| Tabla 54: Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 7 según el número de pisos. | 226 |
| Tabla 55: Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 8 según el número de pisos. | 231 |
| Tabla 56: Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 9 según el número de pisos. | 235 |
| Tabla 57: Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 10 según el número de pisos. | 239 |
| Tabla 58: Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 11 según el número de pisos. | 243 |
| Tabla 59: Resultados obtenidos de la evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica según el número de pisos. | 247 |
| Tabla 60: Resultados generales obtenidos por nivel de vulnerabilidad para el total de edificaciones evaluadas. | 249 |
| Tabla 61: Elaboración de las funciones de vulnerabilidad para suelo S2. | 251 |
| Tabla 62: Elaboración de las funciones de vulnerabilidad para suelo S3. | 252 |
| Tabla 63: Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S2. | 254 |
| Tabla 64: Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3. | 254 |
| Tabla 65: Resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para edificaciones de un piso. | 255 |
| Tabla 66: Resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para edificaciones de dos pisos. | 256 |
| Tabla 67: Resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para edificaciones de tres pisos. | 258 |
| Tabla 68: Resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para edificaciones de cuatro pisos. | 260 |
| Tabla 69: Resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para la totalidad de edificaciones. | 262 |
| Tabla 70: Valor estimado total de las edificaciones del P.J. San Juan de la ciudad de Chimbote. | 264 |
| Tabla 71: Pérdidas máximas probables estimadas en el P.J. San Juan, Chimbote, para cada tipo de escenario de sismo. | 266 |
| Tabla 72: Parámetros estadísticos de las edificaciones autoconstruidas en el P.J San Juan. | 270 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1: Grados de consolidación de la vivienda informal autoconstruida. | 16 |
| Figura 2: Zona del cinturón de fuego en el Pacífico. | 18 |
| Figura 3: Delimitación de placas tectónicas. | 18 |
| Figura 4: Mapa de actividad sísmica mundial de temblores registrados desde 1966. | 19 |
| Figura 5: Mapa global de peligro sísmico. | 21 |
| Figura 6: Mapa Sísmico del Perú de 1960 a 2022. | 23 |
| Figura 7: Mapa de Isoaceleraciones para el departamento de Áncash. | 25 |
| Figura 8: Mapa de Isosistas del sismo del 31 de mayo de 1970 en el Perú. | 31 |
| Figura 9: Esquema de la metodología de cálculo de la peligrosidad probabilista. | 34 |
| Figura 10: Esquema de análisis de un DSHA. | 36 |
| Figura 11: Esquema de análisis de un PSHA. | 37 |
| Figura 12: Sismicidad de foco superficial: distribución y geometría de las fuentes de subducción y corticales. | 39 |
| Figura 13: Sismicidad de foco intermedio: distribución y geometría de las fuentes intraplaca. | 40 |
| Figura 14: Parámetros considerados para evaluar los índices de vulnerabilidad sísmica. | 71 |
| Figura 15: Sistema de Albañilería Confinada. | 76 |
| Figura 16: Comportamiento de las paredes en disposición “de cajón”. | 77 |
| Figura 17: Elementos del muro portante. | 77 |
| Figura 18: Cargas en el muro portante. | 78 |
| Figura 19: Relación entre las columnas y efecto sísmico en el muro portante. | 78 |
| Figura 20: Relación entre las vigas y efecto sísmico en el muro portante. | 79 |
| Figura 21: Separación máxima entre columnas de amarre. | 79 |
| Figura 22: Vivienda autoconstruida con exceso de separación entre columnas. | 80 |
| Figura 23: Columnas de confinamiento alineadas verticalmente. | 81 |
| Figura 24: Líneas sucesivas de resistencia y falta de redundancia. | 81 |
| Figura 25: Falla estructural por falta de líneas sucesivas y una mala configuración del sistema estructural. | 82 |
| Figura 26: Grieta vertical en la zona de unión alféizar-muro. | 82 |
| Figura 27: Alféizar aislado en Albañilería Confinada. | 83 |
| Figura 28: Ladrillos de arcilla (izquierda), sílice-cal (centro) y de concreto (derecha). | 84 |
| Figura 29: Tipos de unidades de albañilería. | 84 |
| Figura 30: Zonas Sísmicas del Perú. | 85 |
| Figura 31: Especificaciones del ladrillo King Kong de 18 huecos. | 86 |
| Figura 32: Especificaciones del ladrillo tubular o pandereta. | 86 |
| Figura 33: Colapso de edificación construida con muros de ladrillo tubular o pandereta, debido a los efectos del Terremoto de Pisco de 2007. | 87 |
| Figura 34: Ladrillo con pérdida de material. | 87 |
| Figura 35: Ladrillo agrietado. | 87 |
| Figura 36: Dimensiones de las juntas de mortero. | 88 |
| Figura 37: Juntas verticales y horizontales muy gruesas y ladrillo con rajaduras. | 88 |
| Figura 38: Distintos ladrillos utilizados (arriba: pandereta, abajo: King Kong). | 89 |
| Figura 39: Mala homogeneidad del muro de albañilería. | 89 |
| Figura 40: Conexión dentada muro-columna. | 90 |
| Figura 41: Incorrecta dimensión del dentado muro-columna. | 90 |
| Figura 42: Diente fracturado y formación de cangrejas en unión columna-muro. | 90 |
| Figura 43: Conexión al ras muro-columna adicionando mechas de anclaje. | 91 |
| Figura 44: Debilitamiento de muro portante picado para instalaciones eléctricas. | 92 |
| Figura 45: Instalaciones de tuberías en los muros portantes. | 92 |
| Figura 46: Muros con alturas diferentes. | 104 |

| | |
|--|-----|
| Figura 47: Lugares donde evitar construir una vivienda. | 105 |
| Figura 48: Efectos en una construcción sobre roca y relleno. | 105 |
| Figura 49: Emplazamiento Ideal. | 106 |
| Figura 50: Eflorescencia moderada (izq.) y severa (der.) en muros de albañilería. | 107 |
| Figura 51: Deformación por flexión en un diafragma alargado, con $L/B > 4$, vista en planta. | 108 |
| Figura 52: Transferencia de carga en diafragmas. | 108 |
| Figura 53: Configuraciones de losas. | 109 |
| Figura 54: Ejemplo sobre flexibilidad excesiva en el diafragma. | 110 |
| Figura 55: Para el caso de los aligerados, las soleras se vacían en conjunto con la losa, esto provee monolitismo en la unión losa-solera-albañilería. | 111 |
| Figura 56: Empleo de losas macizas armadas en 2 sentidos, las que distribuyen las cargas provenientes del techo en los muros orientados en la dirección X e Y. | 111 |
| Figura 57: Solución al problema de longitud en planta. | 113 |
| Figura 58: Dimensiones ideales de vivienda en planta. | 113 |
| Figura 59: Configuración en elevación de la estructura. | 114 |
| Figura 60: Irregularidad en planta, Relación Largo / Ancho. La fachada consta de un paño (ancho), y el largo consta de siete paños (largo), existiendo una proporción de 7:1, contraviniendo los principios de configuración estructural, por lo que se califica como deficiente. | 115 |
| Figura 61: Irregularidad en planta, La geometría en planta es de tipo "L", lo cual no se permite, por lo que su composición estructural es pésima. | 115 |
| Figura 62: Irregularidad torsional, Escuela secundaria en Alaska posterior al sismo, 1964. | 116 |
| Figura 63: Irregularidad de esquinas entrantes, en función de las dimensiones mostradas existirá irregularidad cuando en simultáneo se cumpla que $a > 20\%A$ y que $b > 20\%B$, se muestra un edificio regular (izquierda) y otro irregular (derecha). | 116 |
| Figura 64: Irregularidad de discontinuidad del diafragma, existe esta discontinuidad cuando los diafragmas presentan aberturas con un área en planta A' mayor al 50 % del área total del piso. | 117 |
| Figura 65: Irregularidad de sistemas no paralelos, Escuela secundaria en Alaska posterior al sismo, 1964. | 117 |
| Figura 66: Configuración en elevación de la estructura. | 119 |
| Figura 67: Discontinuidad en los sistemas resistentes, la columna medianera, tiene su base en una viga de entrepiso, no en la cimentación. | 120 |
| Figura 68: Irregularidad geométrica vertical, un edificio presenta esta irregularidad si la dimensión en planta de la estructura sismorresistente, (dimensión sin considerar voladizos), es mayor al 130 % de la dimensión correspondiente al piso adyacente, en la figura si $b_2 > 1.3b_1$ | 121 |
| Figura 69: Irregularidad de masa o peso en pisos superiores al primer piso. | 121 |
| Figura 70: Irregularidad de rigidez, formación de rótulas y colapso de edificios con piso blando. | 122 |
| Figura 71: Irregularidad de resistencia o piso débil. | 122 |
| Figura 72: Separación máxima en planta entre muros transversales a los muros maestros. | 124 |
| Figura 73: Muros portantes y muros no portantes. | 125 |
| Figura 74: Cubierta liviana provista de tijerales conectada a la edificación. | 127 |
| Figura 75: Cubierta en mal estado y conectada de forma deficiente a la edificación. | 127 |
| Figura 76: Parapetos del Hotel Fillmore destruidos por el Terremoto de Northridge, EE. UU. en 1994. | 128 |
| Figura 77: Elementos estructurales de vivienda de albañilería confinada. | 129 |
| Figura 78: Elementos no estructurales en una vivienda. | 130 |
| Figura 79: Casonas en mal estado del jirón Chiclayo, en el Rímac. | 131 |
| Figura 80: Grietas debido a flexión y corte de muros de soporte. | 132 |
| Figura 81: Vivienda inhabitable debido a grietas de considerables dimensiones. | 133 |
| Figura 82: Corrosión del acero de refuerzo de columna por cangrejeras. | 133 |
| Figura 83: Curvas de regresión teóricas. | 135 |
| Figura 84: Funciones de vulnerabilidad para edificaciones de albañilería confinada. | 137 |

| | |
|---|-----|
| Figura 85: Ejemplo de curva de PML. | 144 |
| Figura 86: Diseño de la presente investigación. | 149 |
| Figura 87: Ubicación del P.J. San Juan, Chimbote. | 151 |
| Figura 88: Ubicación de Chimbote, en la Provincia de Santa, Departamento de Áncash. | 151 |
| Figura 89: Validación del instrumento de recolección de datos por el Ing. Flores Reyes, Gumercindo con Número de Colegiatura CIP N° 29910. | 161 |
| Figura 90: Validación del instrumento de recolección de datos por el Ing. Alfaro Rodríguez, Juan Manuel con Número de Colegiatura CIP N° 182006. | 162 |
| Figura 91: Validación del instrumento de recolección de datos por el Ing. Vásquez Sánchez, Marco Antonio, con Número de Colegiatura CIP N° 83288. | 163 |
| Figura 92: Validación por expertos de la primera hoja de la ficha de evaluación. | 164 |
| Figura 93: Validación por expertos de la segunda hoja de la ficha de evaluación. | 165 |
| Figura 94: Validación por expertos de la tercera hoja de la ficha de evaluación. | 166 |
| Figura 95: Modelo del Emplazamiento para el Perú. | 167 |
| Figura 96: Polígono delimitado para el área de estudio. | 168 |
| Figura 97: Geometría de las Fuentes sísmicas en el Programa CRISIS. | 168 |
| Figura 98: Parámetros sísmológicos de las Fuentes sísmicas en el Programa CRISIS. | 169 |
| Figura 99: Leyes de atenuación de las ondas sísmicas. | 170 |
| Figura 100: Modelos de atenuación. | 170 |
| Figura 101: Definición de la ley de atenuación para cada fuente. | 171 |
| Figura 102: Curvas de peligro sísmico y espectro de peligro uniforme (Intensidad=197.01337gal, Periodo de Excedencia=2.26 E-02 veces/año) para Periodo de Retorno de 45 años en la ciudad de Chimbote-(Pueblo San Juan). | 177 |
| Figura 103: Curvas de peligro sísmico y espectro de peligro uniforme (Intensidad=239.35442 gal, Periodo de Excedencia=1.34 E-02 veces/año) para Periodo de Retorno de 75 años en la ciudad de Chimbote-(Pueblo San Juan). | 178 |
| Figura 104: Curvas de peligro sísmico y espectro de peligro uniforme (Intensidad=443.34957 gal, Periodo de Excedencia=2.03 E-03 veces/año) para Periodo de Retorno de 475 años en la ciudad de Chimbote- (Pueblo San Juan). | 178 |
| Figura 105: Curvas de peligro sísmico y espectro de peligro uniforme (Intensidad=534.97175 gal, Periodo de Excedencia=1.06E-03 veces/año) para Periodo de Retorno de 970 años en la ciudad de Chimbote-(Pueblo San Juan). | 179 |
| Figura 106: Espectros de peligro uniforme para la ciudad de Chimbote – sector San Juan, Provincia del Santa, región Áncash con período de retorno de 45 años. | 180 |
| Figura 107: Espectros de peligro uniforme para la ciudad de Chimbote –sector San Juan, Provincia del Santa, región Áncash con período de retorno de 75 años. | 180 |
| Figura 108: Espectros de peligro uniforme para la ciudad de Chimbote –sector San Juan, Provincia del Santa, región Áncash con período de retorno de 475 años. | 181 |
| Figura 109: Espectros de peligro uniforme para la ciudad de Chimbote –sector San Juan, Provincia del Santa, región Áncash con período de retorno de 970 años. | 181 |
| Figura 110: Mapa de peligro sísmico de Chimbote – sector San Juan aplicando CRISIS 2007. | 182 |
| Figura 111: Curvas de tasa de excedencia de intensidades para la ciudad de Chimbote – San Juan. | 183 |
| Figura 112: Zona de Efecto de potencial de licuación de los suelos en el P.J. San Juan. | 196 |
| Figura 113: Estado actual del humedal de la Laguna San Juan en el P.J. San Juan. | 196 |
| Figura 114: Edificaciones evaluadas según número de pisos en el área de estudio. | 197 |
| Figura 115: Porcentaje de edificaciones evaluadas según número de pisos en el área de estudio. | 198 |
| Figura 116: Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 1. | 199 |
| Figura 117: Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 1. | 200 |

Figura 118: Edificación de tres pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 10 Lt. 4, con proceso constructivo adecuado, presentando asimismo en gran mayoría de sus niveles y muros; vigas y columnas de amarre, y una buena distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación.201

Figura 119: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 31 Lt. 12, presenta en gran mayoría de sus niveles y muros; vigas y columnas de amarre, y una buena distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación, no obstante, en el segundo piso los muros no presentan elementos de arriostre horizontal como vigas soleras y no presenta diafragma rígido.....201

Figura 120: Edificación ubicada en la Mz. 13 Lt. 1, de dos pisos de albañilería confinada con deficiencias en confinamiento, en el segundo piso los muros no presentan elementos de arriostre ya sean vigas y columnas, así como también la conexión alféizar-muro está sin confinar.202

Figura 121: Edificación de albañilería confinada de un piso ubicada en la Mz. 8 Lt. 6, en la cual los muros no presentan elementos de confinamiento vertical ni horizontal.....202

Figura 122: Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 2.....204

Figura 123: Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 2.204

Figura 124: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 11 Lt. 6, presenta muros del segundo piso que no mantienen una homogeneidad entre sus unidades de albañilería observándose diferentes tipos de ladrillos hechos de arcilla y por otro lado de concreto.....206

Figura 125: Edificación de tres pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 17 Lt. 10, en la cual se observa que en los pisos superiores se ha utilizado ladrillos pandereta de tipo acanalado y liso en la construcción de los muros de la vivienda.206

Figura 126: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 11 Lt. 31, en el segundo piso se ha utilizado ladrillos pandereta de tipo acanalado en la construcción de los muros de la vivienda, además se observa la irregularidad en el espesor de las juntas de mortero y en las dimensiones de algunas piezas de ladrillo en los muros del primer piso.....207

Figura 127: Edificación de un piso de albañilería confinada ubicada en la Mz. 11 Lt. 29, se observa que sus muros no mantienen una homogeneidad entre sus unidades de albañilería observándose diferentes tipos de ladrillos hechos de arcilla y por otro lado de concreto. se observa la irregularidad en el espesor de las juntas de mortero y en las dimensiones de algunas piezas de ladrillo en los muros, además se observa el deterioro de algunos ladrillos debido a la presencia del salitre, así como también la inexistencia de columnas de confinamiento en los muros.207

Figura 128: Edificación de cuatro pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 30 Lt. 2, donde se observa la incorrecta ubicación de las tuberías para instalaciones sanitarias debido a que están atravesando los muros. Esta edificación obtuvo un calificativo B.208

Figura 129: Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 3.....209

Figura 130: Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 3.209

Figura 131: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz.11 Lt. 26, donde del 25% del total de muros (9%) en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo, en todos los pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y, y en todos los pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y.....211

Figura 132: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 8 Lt. 3, donde menos del 25% del total de muros (18%) en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo, en todos los pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y, y en todos los pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y.....211

Figura 133: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 26 Lt. 12, donde menos del 50% del total de muros (40%) en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo, en 1 piso (segundo piso) no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y, y en 1 piso (segundo piso) no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y.....212

Figura 134: Edificación de tres pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 6 Lt. 6, donde menos del 75% del total de muros (68%) en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo,

en 1 piso (tercer piso) no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y y en 1 piso (tercer piso) no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y.....212

Figura 135: Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 4.....213

Figura 136: Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 4.214

Figura 137: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 10 Lt. 5, la cual se encuentra cimentada sobre suelo blando (Perfil Tipo S3) determinado a partir del EMS realizado en este trabajo de investigación para esta zona, además la diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro y se observa principalmente la presencia considerable de eflorescencia de sales o humedad la cual estaría debilitando tanto a elementos estructurales como no estructurales.215

Figura 138: Edificación de un piso de albañilería confinada ubicada en la Mz. 13 Lt. 14, la cual se también se encuentra cimentada sobre suelo blando (Perfil Tipo S3) determinado a partir del EMS realizado en este trabajo de investigación para esta zona, además la diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro y se observa de forma notoria la presencia considerable de eflorescencia de sales o humedad la cual estaría debilitando tanto a elementos estructurales como no estructurales.216

Figura 139: Edificación de un piso de albañilería confinada ubicada en la Mz. 13 Lt. 6, la cual presenta características similares a las anteriores.216

Figura 140: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 20 Lt. 23, la cual presenta características similares a las anteriores, observándose principalmente la presencia de eflorescencia de sales y humedad en los muros de la edificación.217

Figura 141: Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 5.....218

Figura 142: Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 5.218

Figura 143: Edificación de un piso de albañilería confinada ubicada en la Mz. 17 Lt. 18, con cierta deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma.....219

Figura 144: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 13 Lt. 20, con cierta deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma, además se observa la presencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas y la deficiente conexión entre los diafragmas y muros en el segundo nivel.220

Figura 145: Edificación de un piso de albañilería confinada ubicada en la Mz. 28A Lt. 10, también con deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma.....220

Figura 146: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 25 Lt. 3, se observa la presencia de planos a desnivel y discontinuidades en el techo del primer nivel y la deficiente conexión entre los diafragmas y muros en el segundo nivel.221

Figura 147: Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 6.....222

Figura 148: Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 6.223

Figura 149: Edificación de tres pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 5 Lt. 14, cuyas dimensiones son de 5m de frente x 30 m de fondo, por lo tanto, existe una relación entre las dimensiones del edificio mayor a 4, lo que indica que se obtuvo un $\beta_1 < 0.4$ ($\beta_1 = a/L = 5/30 = 0.17$).....224

Figura 150: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 31 Lt. 12, cuyas dimensiones, similar al caso anterior, son de 5m de frente x 30 m de fondo, por lo tanto, existe una relación entre las dimensiones del edificio mayor a 3, lo que indica que se obtuvo un $\beta_1 < 0.4$ ($\beta_1 = a/L = 5/30 = 0.17$).....224

Figura 151: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 19 Lt. 16, la cual presenta irregularidad de sistemas no paralelos representado en el ángulo agudo formado por sus muros, además de irregularidad de áreas en elevación del segundo piso respecto al primero. Asimismo, presenta esquinas entrantes.....225

Figura 152: Edificación de cuatro pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 3 Lt. 9. cuyas dimensiones, similar a los primeros casos, son de 5m de frente x 30 m de fondo, por lo tanto, existe una

relación entre las dimensiones del edificio mayor a 3, lo que indica que se obtuvo un $\beta_1 < 0.4$ ($\beta_1 = a/L = 5/30 = 0.17$).....225

Figura 153: Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 7.....226

Figura 154: Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 7.227

Figura 155: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 10 Lt. 8, que presenta irregularidad de masa o peso con variación del área del segundo piso respecto al primero ($+\Delta A/A = 22\%$), por lo que $20\% \leq +\Delta A/A \leq 50\%$; existiendo a su vez discontinuidad de elementos estructurales verticales.228

Figura 156: Edificación de tres pisos más azotea de albañilería confinada ubicada en la Mz. 3 Lt. 3, que no presenta irregularidad en altura, ya que, no posee variación de masas.229

Figura 157: Edificación de tres pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 4 Lt. 1, que presenta irregularidad de masa o peso con variación del área del segundo piso respecto al primero ($+\Delta A/A = 12\%$), por lo que $10\% \leq +\Delta A/A \leq 20\%$; asimismo los muros del segundo y tercer piso no están confinados por columnas, al igual que los alfeizar de ventanas.229

Figura 158: Edificación de tres pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 26 Lt. 7A, que presenta discontinuidad en los sistemas resistentes representada en las columnas del segundo al tercer piso, además se muestra el error constructivo representado por la ubicación de la columna en el tercer nivel sobre el muro del segundo nivel.230

Figura 159: Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 8.....231

Figura 160: Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 8.231

Figura 161: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 20 Lt. 23, en la cual se aprecia la separación de muros de $L = 3.50$ m, y el espesor del muro $S=0.13$ m, teniendo $L/S=26.92$. Por lo que $L/S \geq 25$232

Figura 162: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 29A Lt. 9, en la cual se aprecia la separación de muros de $L = 3.00$ m, y el espesor del muro $S=0.13$ m, teniendo $L/S=23.07$. Por lo que $18 \leq L/S < 25$233

Figura 163: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 11 Lt. 1, en la cual se aprecia la separación de muros (de izquierda a derecha) de $L = 5.00$ m, y el espesor del muro $S=0.15$ m, teniendo $L/S=33.33$. Por lo que $L/S \geq 25$233

Figura 164: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 3 Lt. 16, en la cual se aprecia la baja densidad de muros en el eje X en el segundo nivel.234

Figura 165: Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 9.....235

Figura 166: Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 9.235

Figura 167: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 11 Lt. 7A, con una cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura en el segundo nivel.236

Figura 168: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 8 Lt. 5, similar a la vivienda anterior también presenta una cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma inestable y sin fijación adecuada a la estructura en el segundo nivel.....237

Figura 169: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 3 Lt. 16, presenta una cubierta liviana de fibrocemento conectada de forma deficiente a la estructura en el segundo nivel.237

Figura 170: Edificación de cuatro pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 12 Lt. 4, se observa que su cubierta está anclada de manera deficiente a los parapetos del último nivel de la edificación.238

Figura 171: Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 10.....239

Figura 172: Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 10.....239

Figura 173: Edificación de tres pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 11 Lt. 8, con un correcto apoyo hacia la estructura por parte del tanque elevado de agua.....241

Figura 174: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 11 Lt. 19, donde el tanque elevado de agua conectado al sistema resistente sobre un apoyo menos estable que la vivienda anterior.241

Figura 175: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 5 Lt. 3, con aleros o voladizos de considerable peso y mal conectados al sistema resistentes, que podría desprenderse con facilidad de la estructura durante un sismo.242

Figura 176: Edificación de dos pisos más azotea de albañilería confinada ubicada en la Mz. 14 Lt. 11, con muros en construcción de considerables dimensiones, que de igual forma que la vivienda anterior, también podría desprenderse con facilidad de la estructura durante un sismo debido a que no se encuentran confinados al sistema resistente242

Figura 177: Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 11.243

Figura 178: Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 11.244

Figura 179: Edificación de un piso de albañilería confinada ubicada en la Mz. 17 Lt. 9, con presencia de eflorescencia de sales, fisuras, un fuerte deterioro en sus componentes de sus muros.245

Figura 180: Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 17 Lt. 2, obtuvo un calificativo A, por el buen estado de conservación en el que se encuentra.245

Figura 181: Edificación de un piso de albañilería confinada ubicada en la Mz. 17 Lt. 11, en la cual se evidencia cangrejas en las columnas lo que ha ocasionado que sus aceros de refuerzo se encuentren corroídos, además presenta un fuerte deterioro en sus componentes de sus muros.....246

Figura 182: Edificación de un piso de albañilería confinada ubicada en la Mz. 10 Lt. 3, la cual se encuentra en mal estado de conservación, debido a que presenta fisuras y un fuerte deterioro en sus componentes de sus muros.246

Figura 183: Diagrama de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica según el número de pisos.248

Figura 184: Diagrama porcentual de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica según el número de pisos.248

Figura 185: Nivel de vulnerabilidad sísmica para el total de edificaciones evaluadas en el área de estudio.250

Figura 186: Porcentajes del nivel de vulnerabilidad sísmica para el total de edificaciones evaluadas en el área de estudio.250

Figura 187: Funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S2.252

Figura 188: Funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.253

Figura 189: Diagrama de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para edificaciones de un piso.255

Figura 190: Diagrama porcentual de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para edificaciones de un piso.256

Figura 191: Diagrama de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para edificaciones de dos pisos.257

Figura 192: Diagrama porcentual de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para edificaciones de dos pisos.257

Figura 193: Diagrama de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para edificaciones de tres pisos.259

Figura 194: Diagrama porcentual de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para edificaciones de tres pisos.259

Figura 195: Diagrama de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para edificaciones de cuatro pisos.261

Figura 196: Diagrama porcentual de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para edificaciones de cuatro pisos.261

| | |
|--|-----|
| Figura 197: Diagrama de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para el total de edificaciones. | 262 |
| Figura 198: Diagrama porcentual de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para el total de edificaciones. | 263 |
| Figura 199: Valor de las edificaciones construidas según número de pisos en el área de estudio. | 265 |
| Figura 200: Porcentaje del total del valor de las edificaciones construidas según número de pisos en el área de estudio. | 265 |
| Figura 201: Pérdidas máximas probables (en millones de soles) en función al periodo de retorno. ... | 267 |
| Figura 202: Curva PML para cada período de retorno de 45, 75, 475 y 970 años. | 268 |
| Figura 203: Intervalo de confianza a partir de un nivel de significancia dado. | 271 |

INDICE DE ECUACIONES

| | |
|--|-----|
| Ecuación 1: Energía sísmica total liberada durante un sismo. | 32 |
| Ecuación 2: Relación de recurrencia de la actividad sísmica. | 47 |
| Ecuación 3: Formula opcional de recurrencia de la actividad sísmica. | 47 |
| Ecuación 4: Ley de Atenuación para roca. | 50 |
| Ecuación 5: Ley de Atenuación para suelo. | 50 |
| Ecuación 6: Ley de Atenuación para roca. | 51 |
| Ecuación 7: Ley de Atenuación para depósitos de suelos firmes profundos. | 52 |
| Ecuación 8: Teorema de la "probabilidad total". | 54 |
| Ecuación 9: Peligro sísmico definido por probabilidad. | 54 |
| Ecuación 10: Nivel de excedencia. | 55 |
| Ecuación 11: Periodo de retorno. | 55 |
| Ecuación 12: Cálculo del Índice de vulnerabilidad (Iv). | 72 |
| Ecuación 13: Cálculo del Índice de vulnerabilidad normalizado (Ivn) para edificaciones de albañilería. | 73 |
| Ecuación 14: Espesor efectivo mínimo. | 94 |
| Ecuación 15: Esfuerzo Axial Máximo. | 94 |
| Ecuación 16: Densidad Mínima de Muros Reforzados. | 95 |
| Ecuación 17: Resistencia al corte del edificio. | 95 |
| Ecuación 18: Resistencia al corte (Vm) de los muros de albañilería para Unidades de Arcilla y de Concreto. | 96 |
| Ecuación 19: Resistencia al corte (Vm) de los muros de albañilería para Unidades Sílico-calcáreas. | 96 |
| Ecuación 20: Factor de reducción de resistencia al corte. | 96 |
| Ecuación 21: Control de Fisuración. | 98 |
| Ecuación 22: Fuerza Cortante en la Base. | 98 |
| Ecuación 23: Periodo Fundamental de vibración. | 100 |
| Ecuación 24: Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas “R”. | 102 |
| Ecuación 25: Primera relación de vulnerabilidad en planta. | 114 |
| Ecuación 26: Segunda relación de vulnerabilidad en planta. | 114 |
| Ecuación 27: Separación máxima entre muros. | 119 |
| Ecuación 28: Variación de áreas. | 120 |
| Ecuación 29: Separación máxima entre muros. | 124 |
| Ecuación 30: Curvas de regresión teóricas. | 135 |
| Ecuación 31: Calculo de las Pérdidas Económicas de Edificaciones. | 142 |
| Ecuación 32: Calculo del valor de la edificación construida “VE”. | 142 |
| Ecuación 33: Frecuencia anual de excedencia. | 183 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| ANEXO 1: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS) EN EL P.J. SAN JUAN, CHIMBOTE..... | 288 |
| ANEXO 2: FICHA DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD BENEDETTI-PETRINI..... | 391 |
| ANEXO 3: RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD BENEDETTI-PETRINI Y RIESGO SÍSMICO DE VIVIENDA UBICADA EN LA MZ. 20 LT. 23 DEL P.J. SAN JUAN, CHIMBOTE..... | 395 |
| ANEXO 4: RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD BENEDETTI-PETRINI Y RIESGO SÍSMICO DE VIVIENDAS REPRESENTATIVAS POR MANZANA DEL P.J. SAN JUAN, CHIMBOTE | 433 |
| ANEXO 5: CUADROS DE DEPRECIACIÓN Y VALORES UNITARIOS OFICIALES DE EDIFICACIÓN DEL REGLAMENTO NACIONAL DE TASACIONES EMITIDAS POR EL MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO (MVCS)..... | 707 |
| ANEXO 6: RESULTADOS GENERALES DE EVALUACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES EN EL P.J. SAN JUAN, CHIMBOTE..... | 710 |
| ANEXO 7: RESULTADOS GENERALES DE EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES EN EL P.J. SAN JUAN, CHIMBOTE..... | 727 |
| ANEXO 8: RESULTADOS GENERALES DE ANÁLISIS DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS PROBABLES (PML) DE LAS EDIFICACIONES EN EL P.J. SAN JUAN, CHIMBOTE..... | 746 |
| ANEXO 9: PLANOS DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA, NIVEL DE VULNERABILIDAD Y RIESGO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES EN EL P.J. SAN JUAN, CHIMBOTE | 762 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito analizar y evaluar el nivel de amenaza y grado de vulnerabilidad sísmica que tienen las edificaciones autoconstruidas pertenecientes al P.J. San Juan – Chimbote, debido a que sus construcciones no cumplen las consideraciones técnicas necesarias establecidas en las normas peruanas de edificación actuales que garanticen un adecuado comportamiento estructural ante un probable evento sísmico que podría ocasionar considerables pérdidas económicas y humanas.

Para determinar el nivel de amenaza sísmica de la zona de estudio se hizo uso del programa CRISIS para el cálculo del peligro sísmico probabilístico y mediante el Estudio de Mecánica de Suelos se realizó la microzonificación sísmica del P.J. San Juan.

Para determinar la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones se utilizó la metodología del índice de vulnerabilidad propuesta por Benedetti – Petrini (1982), considerando 11 parámetros para evaluar las edificaciones de la zona en estudio según un rango de categorización de la vulnerabilidad de baja, media y alta.

Finalmente, la amenaza y vulnerabilidad sísmica de las edificaciones se evaluaron conjuntamente para determinar el riesgo sísmico mediante el nivel de daño que puedan sufrir las edificaciones a partir del cálculo del índice de daño, esto implicó el uso de funciones de vulnerabilidad y aceleraciones máximas esperadas para diferentes períodos de retorno. Posteriormente, se estimaron los daños y las pérdidas económicas probables para diversos escenarios de riesgo en la zona.

Palabras Clave: Amenaza Sísmica, Vulnerabilidad Sísmica, Riesgo Sísmico, Edificaciones Autoconstruidas, P.J. San Juan.

ABSTRACT

The purpose of this research work was to analyze and evaluate the level of hazard and degree of seismic vulnerability that the self-built buildings belonging to the P.J. San Juan - Chimbote, due to the fact that its constructions do not meet the necessary technical considerations established in the current Peruvian building regulations that guarantee adequate structural behavior in the event of a probable seismic event that could cause considerable economic and human losses.

To determine the level of seismic hazard in the study area, the CRISIS program was used to calculate the probabilistic seismic hazard and through the Soil Mechanics Study, the seismic microzoning of the P.J. San Juan.

To determine seismic vulnerability in buildings, the vulnerability index methodology proposed by Benedetti - Petrini (1982) was used, considering 11 parameters to evaluate the buildings in the area under study according to a vulnerability categorization range of low, medium, and high.

Finally, the seismic hazard and vulnerability of the buildings were evaluated jointly to determine the seismic risk through the level of damage that the buildings may suffer from the calculation of the damage index, this involved using vulnerability functions and expected maximum accelerations for different return periods. Subsequently, the probable damages and economic losses were estimated for various risk scenarios in the area.

Keywords: Seismic Hazard, Seismic Vulnerability, Seismic Risk, Self-Built Buildings, P.J. San Juan.

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En Chimbote, el proceso de expansión urbana se fue dando sin una gestión de planificación acorde a la situación geográfica, económica, social y ambiental en aquel entonces, produciendo que la ciudad crezca desmesuradamente hacia los extrarradios del mismo; por lo que se establecieron diversas clases de ocupación del suelo sin tener en cuenta el lugar que iban a ser habitadas, asimismo el número de viviendas fue creciendo aceleradamente a causa de las oportunidades económica y laborales. Todo esto trajo consigo la formación de asentamientos urbanos en zonas con un nivel de alto riesgo, esto llegó a evidenciarse en el P.J. San Juan, que debido al crecimiento económico a causa del “boom pesquero” en las décadas de los años 1960 y 1970, se asentó en una zona de riesgo natural, a pesar de ello estas viviendas lograron consolidarse, pero sin temor ni conocimiento alguno del grado de vulnerabilidad existente en el territorio.

Según el especialista en gestión de riesgos de desastres, Julio Miranda Guerra (2021), recordó que mucha gente murió en el terremoto de 1970 no por el movimiento telúrico propiamente dicho, sino aplastada por las casas de adobe construidas de manera empírica. Tiempo después de dieron normas técnicas para la construcción de casas de adobe, aunque en la actualidad la mayoría son de material noble. “Si bien es cierto la mayoría ya no construye de adobe, pero recurren a la autoconstrucción, entonces estamos construyendo trampas de muerte”, advirtió.

Según el estudio de Zonificación Sísmica -Geotécnica de la Ciudad de Chimbote elaborada por el Instituto Geofísico del Perú (2014), La ciudad de Chimbote se encuentra asentado sobre arenas pobremente gradadas, arenas y gravas con pocos finos, y de color que va de beige a marrón, siendo el suelo del tipo SP (clasificación SUCS). La humedad varía considerablemente en diferentes áreas de la ciudad de Chimbote, desde un mínimo del 0.39% en el extremo norte hasta un máximo del 22.91% en el extremo sur cerca de los pantanos. Esto explica el elevado porcentaje de humedad presente en la zona sur. No presenta plasticidad, ni límite líquido.

Además, indica que la capacidad portante es baja (1-2 kg/cm²): Considera a suelos medianamente compactos y recomendables para la cimentación de viviendas de hasta dos pisos. Estos suelos están presentes en toda la zona urbana de la ciudad de Chimbote. En el extremo norte considera a los AA.HH. San Pedro, Esperanza Baja, Esperanza Alta, La

Unión, Cesar Vallejo, Casco Urbano y La Campiña. Asimismo, los AA.HH. Miramar, Miramar Bajo, Ciudad de Dios, Florida Baja, Tres Estrellas, La Florida y P.J. Pueblo Libre, En el extremo sur, abarca a los AA.HH. Señor de los Milagros, La Libertad, Villa España, incluyendo asimismo al *P.J. San Juan*, siendo este el lugar de estudio de esta investigación.

De acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Chimbote (2022), la zonificación del P.J. San Juan es del tipo Residencial Densidad Media (R3 Y R4), donde a su vez se encuentra una institución educativa, Universidad, comercio zonal y una zona de protección ecológica, porque lo que es de vital importancia realizar estudios de amenaza y vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de la zona que asegure en el futuro un adecuado comportamiento estructural de las estructuras ante un probable evento sísmico.

El Perú es catalogado a nivel mundial como un país de alta amenaza sísmica debido a su ubicación dentro del cinturón de fuego del Pacífico, esto sumado al proceso de subducción en las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana, siendo este la principal causa de la actividad geodinámica sísmica y volcánica del país.

A pesar de ello, en el Perú no se ha tenido en cuenta a lo largo de estos años el peligro sísmico de la zona y sus potenciales efectos devastadores en las edificaciones debido a que en la mayoría de los casos las personas construyen sus viviendas sin criterios técnicos realizados por profesionales.

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016), aproximadamente el 70% de las viviendas que se construyen en el Perú son ejecutadas por un maestro de obra por encargo del propietario. Sin embargo, en la mayoría de los casos son ejecutados por oficiales o ayudantes del maestro de obra, dejando de lado la intervención de un profesional o especialista calificado en el tema.

Según CAPECO (2018), en el Perú el 80% de viviendas son construcciones informales y de ese porcentaje, la mitad son altamente vulnerables a un terremoto de alta intensidad. En las zonas periféricas de las ciudades de la zona costera del país esta cifra llega al 90%”. En palabras de Felipe García Bedoya (2018), director del Instituto CAPECO, existen dos tipos de viviendas informales que se da en nuestro país. La primera se denomina construcción por autogestión, mediante la cual se contrata personas con conocimientos empíricos, más no técnicos, para que diseñe y construya la vivienda. Y la segunda modalidad de informalidad es la autoconstrucción, mediante la cual la propia familia se encarga de la construirla.

Por lo tanto, de acuerdo con lo anteriormente expuesto, la zona en estudio al estar expuesto a niveles altos de sismicidad y asociado a esto un índice elevado de construcciones informales con deficientes procesos constructivos y uso de materiales no adecuados sin asesoramiento técnico, agrava el problema aumentando la vulnerabilidad de las edificaciones y por consiguiente su elevado riesgo sísmico.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las estructuras de las edificaciones ubicadas en el P.J. San Juan de la Ciudad de Chimbote han sido autoconstruidas sin cumplir con las consideraciones técnicas necesarias para un adecuado comportamiento estructural ante un probable evento telúrico de acuerdo con el historial sísmico de la zona.

Todo esto nos lleva a hacernos el siguiente planteamiento:

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuál es el nivel de amenaza, grado de vulnerabilidad y nivel de riesgo sísmico que tienen las edificaciones autoconstruidas pertenecientes al P.J. San Juan-Chimbote?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es el nivel de amenaza sísmica existente en las edificaciones autoconstruidas pertenecientes al P.J. San Juan?
- ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica que tienen las edificaciones autoconstruidas pertenecientes al P.J. San Juan?
- ¿Cuál es el nivel de riesgo sísmico, la estimación de daños y pérdidas económicas probables que tienen las edificaciones autoconstruidas pertenecientes al P.J. San Juan?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Analizar y evaluar el nivel de amenaza, grado de vulnerabilidad y nivel de riesgo sísmico que tienen las edificaciones autoconstruidas pertenecientes al P.J. San Juan – Chimbote.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el nivel de amenaza sísmica existente en el P.J. San Juan, a partir del cálculo del peligro sísmico probabilístico mediante el programa CRISIS y

realizar la microzonificación sísmica del P.J. San Juan mediante el Estudio de Mecánica de Suelos.

- Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica que tienen las edificaciones autoconstruidas pertenecientes al P.J. San Juan, mediante la metodología Benedetti y Petrini considerando 11 parámetros para evaluar las edificaciones de la zona en estudio según un rango de categorización de la vulnerabilidad de baja, media y alta.
- Determinar el riesgo sísmico mediante el nivel de daño que puedan sufrir las edificaciones a partir del cálculo del índice de daño, empleando funciones de vulnerabilidad y aceleraciones máximas esperadas para diferentes periodos de retorno.
- Estimar las pérdidas económicas probables para diversos escenarios de riesgo en la zona.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.4.1. JUSTIFICACION

El presente trabajo de investigación se justifica en la necesidad de analizar y evaluar el nivel de amenaza sísmica actual en la zona del P.J. San Juan, Chimbote, debido al peligro sísmico latente que representa la alta actividad tectónica en la costa del Perú. Es por ello brindar un estudio exhaustivo de los posibles riesgos en las viviendas y así prevenir a la población ante un futuro evento sísmico.

Sin embargo, muchas personas realizan la autoconstrucción de sus viviendas sin tener en cuenta el potencial peligro sísmico y el tipo de suelo de la zona, por lo que edifican sus casas sin el adecuado conocimiento y criterio técnico que salvaguarde la estructura de un movimiento telúrico, esto debido en muchas ocasiones a la situación económica del momento.

Es por ello que se justifica la realización del presente trabajo de investigación porque mediante el estudio de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la zona se brindará una evaluación técnica que será de mucha utilidad para la población residente en la zona; contribuyendo de esa manera en la prevención en potenciales riesgos de las viviendas, así como también en la evaluación de las características del suelo para garantizar adecuados criterios técnicos con respecto a la seguridad en el uso del suelo.

En este sentido, el escaso nivel de conocimiento y su mitigación mediante el asesoramiento acerca de criterios para construir una vivienda son de crucial importancia en las zonas más vulnerables a un evento sísmico en Chimbote; como lo es el caso del P.J. San Juan.

1.4.2. IMPORTANCIA

La importancia del presente trabajo de investigación radica en que el P.J. San Juan posee aspectos sociales y económicos las cuales se evidencian en que es una zona de densidad poblacional de relevancia y con gran actividad comercial. Frente a la ocurrencia de un evento telúrico es alarmante la magnitud de los daños que podrían producirse en dicha zona, debido a la antigüedad de las edificaciones, como también a los materiales que se emplearon en su construcción.

En el P.J. San Juan, un gran porcentaje de las edificaciones existentes fueron autoconstruidas y durante su ejecución no tuvieron en consideración criterios técnicos de construcción, por lo que estos factores mencionados han motivado la realización del presente trabajo de investigación, estudiando esta situación mediante el análisis y evaluación de la amenaza y vulnerabilidad sísmica en estas edificaciones, estimando los posibles daños en las edificaciones y calculando las posibles pérdidas materiales debido a los movimientos sísmicos esperados en la zona, asimismo se recomendarán medidas de mitigación del riesgo sísmico en favor de viviendas que tengan altas deficiencias constructivas de manera que sirva de modelo para futuras edificaciones y así garantizar el adecuado comportamiento de dichas estructuras ante un probable evento sísmico, prolongando la vida útil de la misma y salvaguardar los recursos humanos y materiales de la zona.

1.5. DELIMITACIÓN Y LIMITACIONES

1.5.1. DELIMITACION ESPACIAL

Las edificaciones autoconstruidas y el suelo donde se encuentran en el P.J. San Juan, Chimbote

1.5.2. DELIMITACION TEMPORAL

La investigación comprendió la situación actual de la zona para el periodo comprendido al año 2023.

1.5.3. DELIMITACION TEMÁTICA

La investigación abarcó el estudio de las viviendas unifamiliares y multifamiliares de la zona.

1.5.4. LIMITACIONES

En el desarrollo de este trabajo de investigación se tuvieron en consideración las siguientes limitaciones:

- La presente investigación consideró realizar el análisis y la evaluación de las edificaciones categoría tipo C (Norma E.030) de la zona.
- La reticencia de algunos residentes y propietarios de las viviendas de la zona ante la realización de encuestas, evaluaciones técnicas, ensayos de campo y/o suelos en el lugar de estudio.

1.6. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Las edificaciones ubicadas en el P.J. San Juan de la Ciudad de Chimbote se encuentran actualmente en una zona de alta amenaza sísmica, asimismo presentando la mayoría de ellas, un grado medio de vulnerabilidad sísmica, debido a que su autoconstrucción no cumple con los requerimientos necesarios para un adecuado desempeño estructural ante un probable evento sísmico de alta intensidad.

Capítulo II

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. INTERNACIONALES

- **Cáceres y Calderón (2018)**, en su tesis titulada: “VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICIOS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA” publicada en la Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador, tuvieron como objetivo general determinar la vulnerabilidad sísmica en edificios de la ciudad de Riobamba aplicando dos metodologías aproximadas: Método Italiano y el Método de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), mediante la identificación y categorización del tipo de estructura, calidad y resistencia convencional con el que están constituidos los edificios en la ciudad de Riobamba, además a través de levantar información de las características estructurales de los edificios en estudio y determinando el índice de vulnerabilidad sísmica; para lo cual la metodología utilizada para el desarrollo del trabajo fue Cualitativo (Método Italiano, SNGR), Descriptivo – No Experimental, concluyendo que mediante la aplicación del método italiano el 100 % de los edificios analizados poseían un índice de vulnerabilidad entre medio y alto. Asimismo, mediante el desarrollo del método de la SNGR el 100 % de los edificios presentaban una vulnerabilidad baja, sus resultados son muy distantes a la realidad de los edificios evaluados, debido a que es un método que evalúa parámetros superficiales.
- **Muñoz y Sorza (2021)**, en su tesis titulada: “ESCENARIOS DE RIESGO POR SISMO EN LAS EDIFICACIONES DE LOS BARRIOS EGIPTO, CENTRO ADMINISTRATIVO, LAS AGUAS: LOCALIDAD LA CANDELARIA”, publicada en la Universidad de La Salle, Colombia, tuvieron como objetivo general establecer una probabilidad de la estimación de daño por sismo que se presenta en las edificaciones, de los barrios Egipto, Centro administrativo y Las Aguas, mediante el análisis de la normatividad vigente que posee la oficina de gestión del riesgo de la localidad de la Candelaria relacionada al conocimiento, reducción y manejo, y a través del desarrollo de una ficha técnica y caracterización de las edificaciones de acuerdo con el uso del suelo, grado de importancia, materiales y procesos construidos, además de

la estimación de la vulnerabilidad física en la cual se encuentra actualmente el área de estudio y determinar los posibles daños a nivel de infraestructura haciendo uso del software OPENQUAKE que permite el cálculo de amenaza y riesgo sísmico a escala global de forma probabilística, con la enorme ventaja de tener un alto grado de detalle en la obtención de las pérdidas de cada edificación por medio de cálculos de estimación de daños según el tipo de material con el cual fue construida cada una de las estructuras; para lo cual la metodología utilizada para el desarrollo del trabajo fue Cuantitativo (OPENQUAKE), Cualitativo (norma sismorresistente), Descriptivo – No Experimental, concluyendo en que, los barrios en análisis inicialmente contaban con un valor bajo de estructuras en condición de no habitable, ya que de 987 estructuras analizadas solo 9 contaban con esta condición que refleja un 0.91%, y que si bien un sismo con magnitud de 8.0 en la escala de Richter, afectaría al barrio Centro Administrativo con un porcentaje de daño de 6.2%, no representa un riesgo de gran afectación en lugar de estudio, se debe mejorar los sistemas estructurales de estas edificaciones, debido a que sus materiales y sistemas son obsoletos con respecto a los que se emplean actualmente. Los porcentajes de daño mostró que el más afectado es el centro administrativo, las edificaciones que contaban con mayor riesgo puntualmente son las torres ubicadas en Las Aguas, donde su porcentaje de daño leve era del 48.95 y de daño completo aumentan a 5.90%.

2.1.2. NACIONALES

- **Arévalo (2020)** en su tesis titulado “EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE ACUERDO AL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES EN EL A.H. SAN JOSÉ, DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES” tuvo como objetivo general determinar el nivel existente de la vulnerabilidad sísmica en viviendas construidas de manera informal en el A.H. San José, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, para ello realizaron el levantamiento de distribución y conformación de viviendas autoconstruidas en el A.H. San José, obtuvieron información de las viviendas evaluadas mediante las fichas de encuesta y reporte, y establecieron un diagnóstico de la vulnerabilidad y comportamiento sísmico, para cada vivienda seleccionada como muestra de

estudio; para lo cual la metodología utilizada para el desarrollo del trabajo fue Cualitativo (RNE) y Descriptivo – No Experimental, concluyendo que, Conforme al análisis de vulnerabilidad y comportamiento sísmico, se obtuvo como resultado el colapso de la totalidad de edificaciones ante la presencia de un sismo severo, al estimar el riesgo sísmico en rango alto y determinar valores excedentes de desplazamientos, según parámetros de diseño del método estático. En la mayoría de las edificaciones se evidenció problemas constructivos, al carecer de arriostres en tabiquerías interiores y muros portantes. Esto se debe, a que algunas de las viviendas en la actualidad se encontraban aún en una construcción parcial, de algún ambiente que formaba parte de la edificación en estudio. La vulnerabilidad fue considerada alta en el 100% de edificaciones encuestadas, quiere decir que todas las viviendas en estudio manifestaron una condición de vulnerabilidad alta. Por otro lado, al encontrarse todas las viviendas en la misma zona sísmica, al ser construidas sobre el mismo perfil de suelo y al localizarse en idéntica topografía, el peligro sísmico se estimó en un rango medio. Asimismo, el riesgo sísmico lo calculó otorgando una incidencia del 50% para la vulnerabilidad y peligro sísmico. Finalmente, valorizó el riesgo sísmico, en donde el 100% de las viviendas analizadas se encontraron en un rango alto.

- **Quesquén y Silva (2020)**, en su tesis “ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO, ZONA ESTE (AV. SÁENZ PEÑA, AV. CASTAÑEDA IPARRAGUIRRE, AV. NICOLÁS DE PIÉROLA, AV. JORGE CHÁVEZ, Y AV. BOLOGNESI)”, tuvieron como objetivo general estimar el riesgo sísmico de un grupo de edificaciones de la Ciudad de Chiclayo, zona este; comprendida en un cuadrante conformado por las avenidas: Sáenz Peña, Castañeda Iparraguirre, Nicolás de Piérola, Jorge Chávez, y Bolognesi. Para ello, analizaron los dos factores involucrados, el peligro y la vulnerabilidad sísmica desde la perspectiva de la sismología e ingeniería respectivamente. El peligro sísmico se abordó mediante el enfoque probabilístico a través de la caracterización de las fuentes y catálogos sísmicos. La vulnerabilidad sísmica se abordó aplicando el método de los índices de vulnerabilidad de Benedeti y Petrini, considerando 11 parámetros para evaluar las edificaciones del área en estudio según un rango de vulnerabilidad de baja,

media y alta. Asimismo, la estimación del riesgo sísmico se evaluó mediante el nivel de daño que podrían sufrir las edificaciones a través de funciones de vulnerabilidad y aceleraciones máximas esperadas para diferentes periodos de retorno. Además, se calculó las pérdidas máximas probables esperadas para diferentes escenarios de riesgo; para lo cual la metodología utilizada para el desarrollo del trabajo fue Cuantitativo (CRISIS 2007), Cualitativo (Benedetti y Petrini) y Descriptivo – No Experimental, concluyendo que la aceleración máxima en roca fue 0.35g para un periodo de retorno de 475 años, un valor menor respecto al 0.45g que establece la norma E-0.30. El estudio de vulnerabilidad indicó que el mayor porcentaje (57.20%) de las 2652 edificaciones evaluadas presentaron una vulnerabilidad media; sin embargo, si se analiza separadamente el 77.19% de las edificaciones de adobe tuvieron una vulnerabilidad alta. Con respecto a las edificaciones de albañilería y concreto armado presentaron una vulnerabilidad media de 64.54% y 52.50% respectivamente.

2.1.3. LOCALES

- **Asencio (2018)** en su tesis titulada: “ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. PRIMERO DE MAYO SECTOR I – NUEVO CHIMBOTE” tuvo como objetivo general realizar dicho estudio de vulnerabilidad sísmica, para ello recopilaron y analizaron la información de las viviendas, para evaluación del análisis de la vulnerabilidad sísmica, además identificaron la configuración estructural de las viviendas, evaluando si son capaces de resistir un evento sísmico severo. Adicionalmente, la investigación utilizó la metodología de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS, para así determinar el diagnóstico de vulnerabilidad estructural en las viviendas del P.J. Primero de Mayo – Sector I. Para la aplicación de esta metodología mencionada se hizo uso de fichas de recolección de datos en campo, donde cubrió los aspectos y parámetros de la metodología. Asimismo, determinaron si las viviendas cumplían con las normas vigentes de construcción (RNE); para lo cual la metodología utilizada para el desarrollo del trabajo fue Cualitativo (Manual AIS, RNE), Descriptivo – No Experimental, concluyendo en que de las 154 viviendas analizadas del P.J. Primero de Mayo – Sector I, 105 viviendas

presentaban vulnerabilidad estructural baja, 28 viviendas presentaban vulnerabilidad estructural media, 19 viviendas presentaban vulnerabilidad estructural alta y que solo 2 viviendas no presentaban vulnerabilidad estructural por hallarse correctos los aspectos geométricos, constructivos y estructurales y que además, que la metodología de la AIS empleada para el diagnóstico de la vulnerabilidad estructural de las viviendas del P.J. Primero de Mayo – Sector I, según sus criterios de evaluación, se adapta a las normas E. 030, E. 060 y E. 070 del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente.

- **Benites y Cenizario (2020)** en su tesis titulada: “EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO EN LAS VIVIENDAS INFORMALES DEL MERCADO LA PERLA DE CHIMBOTE”, tuvieron como objetivo general determinar el riesgo sísmico en las construcciones informales del mercado La Perla de Chimbote, para ello estimaron el nivel del peligro sísmico mediante CRISIS 2007 y los daños que se producirían en las construcciones informales del mercado La Perla mediante el “Manual básico para la estimación del Riesgo” del INDECI. Además, estimaron el grado de vulnerabilidad sísmica que tienen las construcciones informales del Mercado La Perla mediante el manual AIS. (Asociación de Ingeniería Sísmica de Colombia); para lo cual la metodología utilizada para el desarrollo del trabajo fue Cuantitativo (CRISIS 2007), Cualitativo (Manual AIS, INDECI) y Descriptivo – No Experimental, concluyendo en que las edificaciones del mercado La Perla se encontraban en un nivel de Riesgo sísmico Alto, siendo afectados directamente por la Vulnerabilidad y el Peligro sísmico, confirmando su hipótesis inicial que indicaba el nivel del Riesgo Sísmico era alto, además el nivel de peligro sísmico es determinado según cuadro de INDECI, encontrándose la peligrosidad sísmica en un nivel Muy Alto y en que el diagnóstico de la vulnerabilidad de las edificaciones del mercado La Perla indicaba que el 74% se encontraba en un nivel de vulnerabilidad estructural Media, siendo esta un factor determinante que influye para la determinación del riesgo sísmico.

- **Gilio y Quispe (2021)** en su tesis titulada: “EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DEL AA.HH. VILLA MAGISTERIAL I ETAPA, NUEVO CHIMBOTE – 2021”, tuvieron como objetivo general determinar el grado de vulnerabilidad sísmica que presentan las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Villa Magisterial I Etapa, del distrito de Nuevo Chimbote, para ello caracterizaron y discriminaron los tipos de viviendas por el sistema estructural y evaluaron las estructuras de las viviendas autoconstruidas mediante la metodología Benedetti y Petrini. Asimismo, realizaron una propuesta de mejora de una vivienda con altas deficiencias constructivas; para lo cual la metodología utilizada para el desarrollo del trabajo fue Cualitativo (Benedetti y Petrini), Descriptivo – No Experimental, concluyendo en que la metodología de Benedetti y Petrini, el cual consta de 11 parámetros, se evalúa a la estructura en sus distintos elementos y componentes, asimismo entendiéndose que cada ciudad presenta diferentes zonificaciones, siendo que este se mida de diversas formas, también depende del tipo de suelo que este obtenga, además que el grado de vulnerabilidad que presentan las viviendas, de los cuales, el 57.14% de las viviendas, presenta un índice de vulnerabilidad baja y el 42.86% de las viviendas presenta un grado de vulnerabilidad media, asimismo, la gran mayoría de la vivienda pasó el control de derivas de entrepiso, eso se debe a dos factores principales, el primero es que las viviendas solo llegaban a dos niveles, entendiéndose que teóricamente mientras existan más niveles, las derivas irán en aumento debido a que existirá una mayor presencia de cargas muertas repartidas en toda la edificación; El segundo factor se debe a que tenían muros completos y bien confinados en todo el perímetro de sus terrenos.

2.2. BASE TEÓRICA

2.2.1. EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS

El término nace por la construcción de aquellas edificaciones con personal no calificado en conjunto con los dueños de las viviendas (definen distribución de hogar de acuerdo con sus gustos) en las cuales se evidencia deficiencias estructurales, tanto en calidad de materiales y terminación como de distribución de elementos verticales y horizontales que cumplen función portante afectando la distribución de cargas sísmicas (Arévalo, 2020).

A raíz de la industrialización y los procesos de migración en Chimbote, se desencadenó el crecimiento horizontal del territorio. Durante este proceso urbano la propia población fue buscando alternativas en donde las viviendas fueron producto de la autoconstrucción y autogestión. Estos barrios que alguna vez fueron periféricos, pero que ahora son centrales, a pesar de ser sectores ya consolidados por su grado de antigüedad aún albergan vivienda informal.

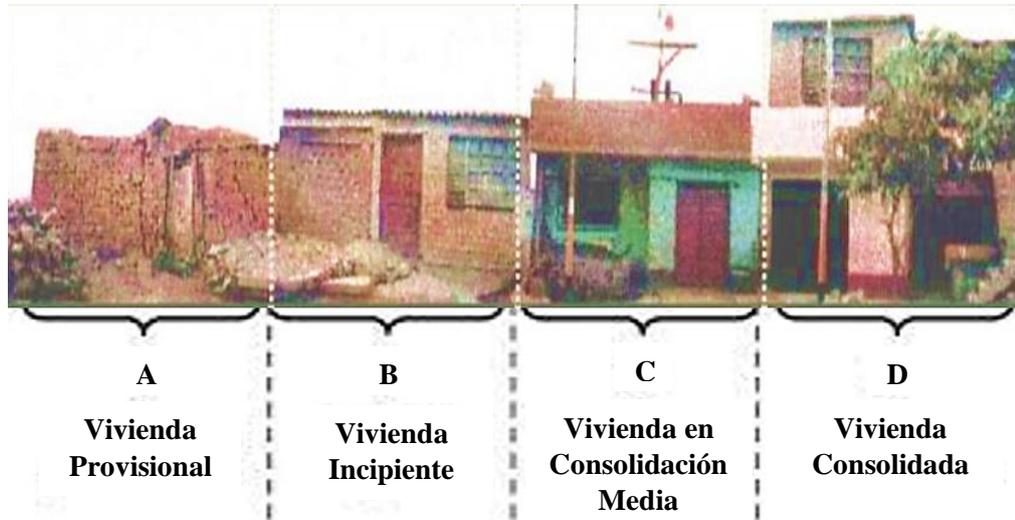
Del mismo modo, en nuestro país, los primeros análisis sobre las viviendas informales se remontan a la década de 1960, cuando John Turner llevó a cabo investigaciones de campo. Los estudios de Turner indican que la autoconstrucción podría ser una posible solución a los problemas de vivienda. Organizó su análisis en función de la observación de actividades productivas, el acceso a servicios y la estructura de las familias y grupos sociales. En ese mismo período, Amos Rapoport también examinó la relación entre las personas y las estructuras construidas, empleando viviendas tradicionales de diversas partes del mundo como casos de estudio. Sus investigaciones ponen un énfasis particular en la vivienda, incluyendo aspectos como materiales, disposición y uso, así como los procesos de construcción.

2.2.1.1. GRADOS DE CONSOLIDACIÓN

En el Perú, uno de los instrumentos más utilizados es el planteado por Zolezzi, Tokeshi y Noriega (2005) que establece cuatro categorías para la clasificación de la vivienda informal autoconstruida, dependiendo de su grado de consolidación (Figura 1).

Los indicadores que se consideraran son el material de la vivienda, la cantidad de pisos y las posibles intervenciones futuras.

Figura 1
Grados de consolidación de la vivienda informal autoconstruida.



Nota. Esta figura muestra los grados de consolidación de la vivienda informal autoconstruida (vivienda provisional, vivienda incipiente, vivienda en consolidación media y vivienda consolidada). Adaptado de *Densificación habitacional, una propuesta de crecimiento para la ciudad popular* (p.132), por Zolezzi Chocano, M., & Guzikuda, T., 2005, Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo.

a) Grado A: Vivienda provisional

Ninguna de las partes construidas es permanente, y se utilizan materiales de baja durabilidad a lo largo del tiempo. Esto resulta en un bajo o nulo valor de la construcción según los estándares de la zona.

b) Grado B: Vivienda incipiente

La vivienda cuenta con una estructura básica y la ocupación del lote es permanente. Se ha definido un tipo específico de vivienda y se han realizado inversiones iniciales. La cimentación, estructura y paredes del primer piso están presentes, con un techo ligero que la hace habitable y establece la dirección para desarrollos futuros. Es factible realizar modificaciones significativas en partes de la edificación para aumentar la densidad habitacional de la vivienda.

c) Grado C: Vivienda de Consolidación Media

La tipología de la vivienda está definida y ha avanzado en su construcción. El primer piso está completamente construido y habitable, con cimentación, paredes de concreto y un techo de concreto ligero. Se necesitan ajustes para construir múltiples unidades habitacionales en el lote o sobre la vivienda existente. Aún es posible remodelar, dependiendo de la relación costo-beneficio con las nuevas unidades de vivienda a crear.

d) Grado D: Vivienda Consolidada

Se han construido más de un piso, con un segundo piso habitable en algunos casos. Se permite la construcción adicional o subdivisiones bajo condiciones específicas, que incluyen el refuerzo de la estructura y mejoras en la circulación, ventilación e iluminación. La intervención para iniciar un nuevo ciclo constructivo se limita a las estructuras existentes. Para viviendas con planes de expansión futura, se ofrecen intervenciones con el mejor equilibrio costo-beneficio.

2.2.2. SISMICIDAD

2.2.2.1. DEFINICION

La sismicidad es la medida de la actividad sísmica de algún lugar específico, según su frecuencia e intensidad a lo largo del tiempo. La sismicidad que originalmente ha sido considerada como la distribución espacio-tiempo de los terremotos en la tierra y de sus efectos destructivos obtenidos a partir de la recopilación histórica de los datos, ha dado origen a los catálogos sísmicos. Con los avances de la sismología instrumental y el desarrollo de nuevos conceptos teóricos en el marco de la sismología se han confeccionado catálogos cada vez más completos (Bozzo y Barbat, 2000).

2.2.2.2. SISMOLOGÍA

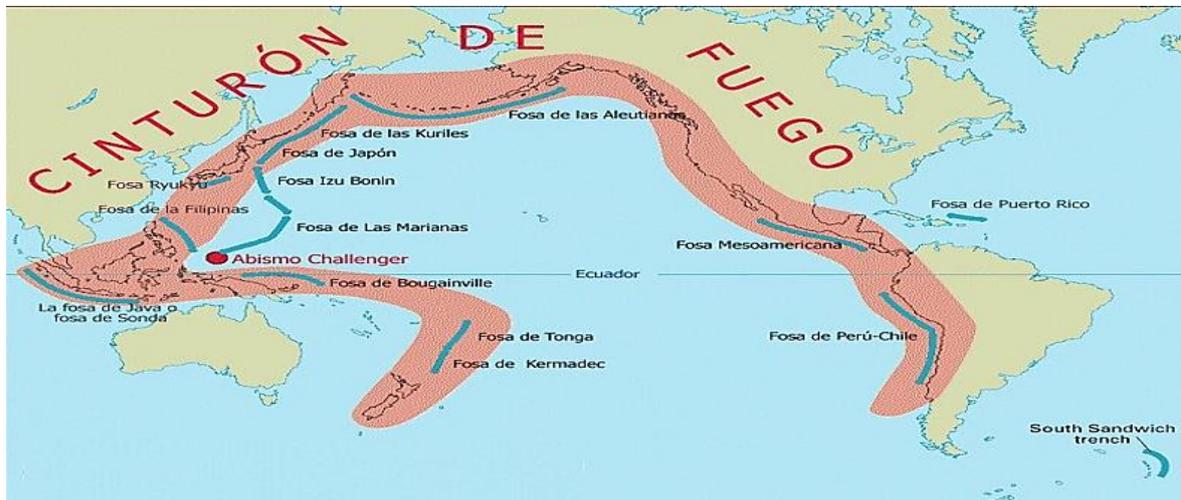
La sismología es la ciencia que estudia los terremotos y los fenómenos asociados con ellos. En sus inicios, era una mera ciencia observacional, hasta que en el último Siglo tuvo un gran avance por el desarrollo tecnológico alcanzado. Este desarrollo se ve hoy en la exploración sísmica para el petróleo, la evaluación del riesgo sísmico, la planificación en el uso del suelo, incluyendo la localización segura de plantas de energía nuclear, grandes presas, puentes, etc (Estrada, 2012).

2.2.2.3. SISMICIDAD GLOBAL

La distribución geográfica de los epicentros de los terremotos en el planeta muestra cuales son las zonas sísmicas más activas. La primera, el denominado “cinturón circumpacífico” (Figura 2), que tiene una extensión de 40,000 kilómetros, comprende toda la parte oeste del continente americano desde Alaska hasta el sur de Chile y desde la parte norte de las islas Aleutianas siguiendo las islas del Japón, Indonesia y Nueva Zelanda. Un 85% de la energía total liberada por los terremotos anualmente en el mundo corresponde a dicha zona. Un segundo

cinturón se extiende desde las islas Azores, al sur de España, pasa por Italia, Grecia, Turquía y Persia (Quesquén, 2020).

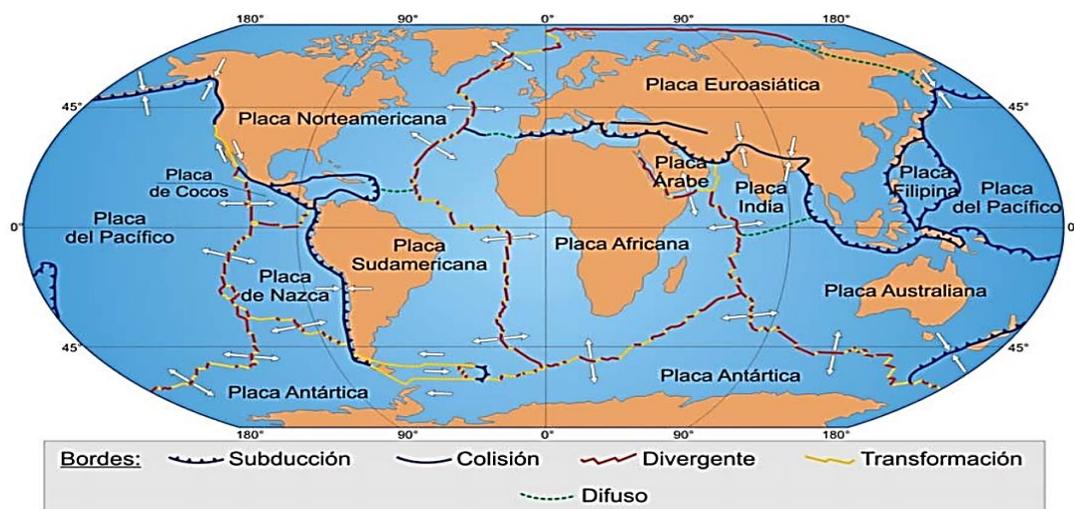
Figura 2
Zona del cinturón de fuego en el Pacífico.



Nota. Este mapa muestra la zona del cinturón de fuego en el océano Pacífico, la cual se representa sombreada de color rojo. Adaptado de *Diseño Sismorresistente de Edificios* (p.15), por Bozzo y Barbat, 2000, Reverté.

La investigación y las explicaciones acerca de estas regiones han sido cruciales en los comienzos del campo de la tectónica de placas, que representa una disciplina especializada dentro de la geofísica. Las áreas con un alto peligro sísmico se localizan en zonas definidas por las diversas placas tectónicas (ver Figura 3).

Figura 3
Delimitación de placas tectónicas.

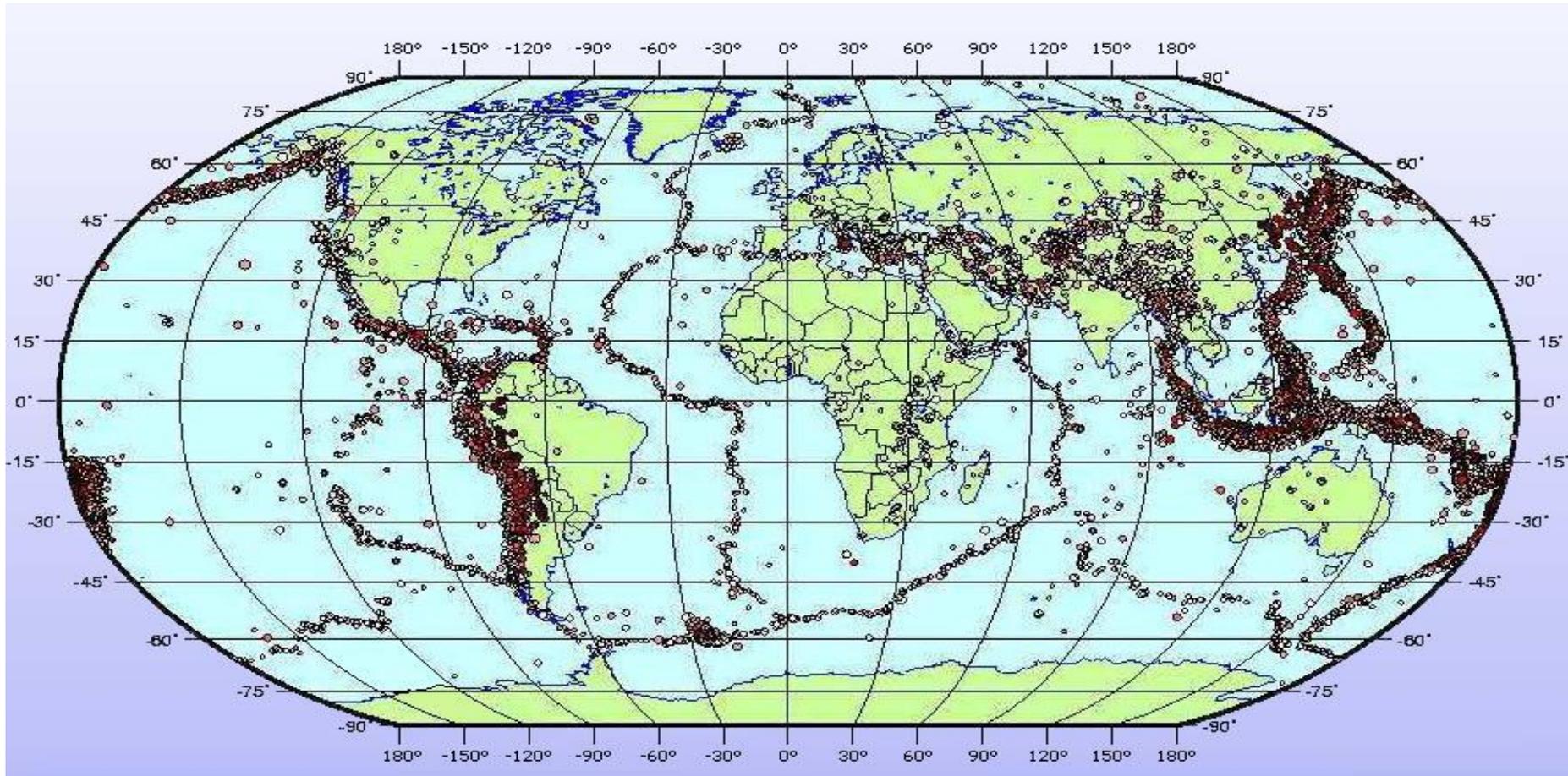


Nota. Este mapa muestra la delimitación y movimiento de las placas tectónicas en la corteza terrestre. Adaptado de *Ingeniería Sismorresistente* (p.27), por Muñoz, 2002, Departamento de ingeniería PUCP.

Es posible reconocer las áreas sísmicas más destacadas a nivel global al observar el mapa general de actividad sísmica en la Figura 4.

Figura 4

Mapa de actividad sísmica mundial de temblores registrados desde 1966.



Nota. Este mapa muestra la actividad sísmica mundial, destacando los temblores registrados desde 1966 con una magnitud superior a $ML = 6,0$ en la escala de Richter. Adaptado de *Terremotos* (p.47), por Bolt, 1999, Reverté.

Dentro de las últimas investigaciones relacionados con la evaluación de peligro sísmico se llevó a cabo como parte del proyecto piloto del "Programa de Evaluación de Peligrosidad Sísmica Global" (GSHAP, 1999) durante la Década Internacional para la Reducción de Desastres Naturales declarada por las Naciones Unidas (Figura 5).

Este proyecto involucró la colaboración y la unión de mapas parciales elaborados por diversas regiones y áreas de prueba. El mapa detalla la máxima aceleración del terreno con una probabilidad del 10% de excedencia en un período de retorno de 475 años, lo que equivale a 50 años.

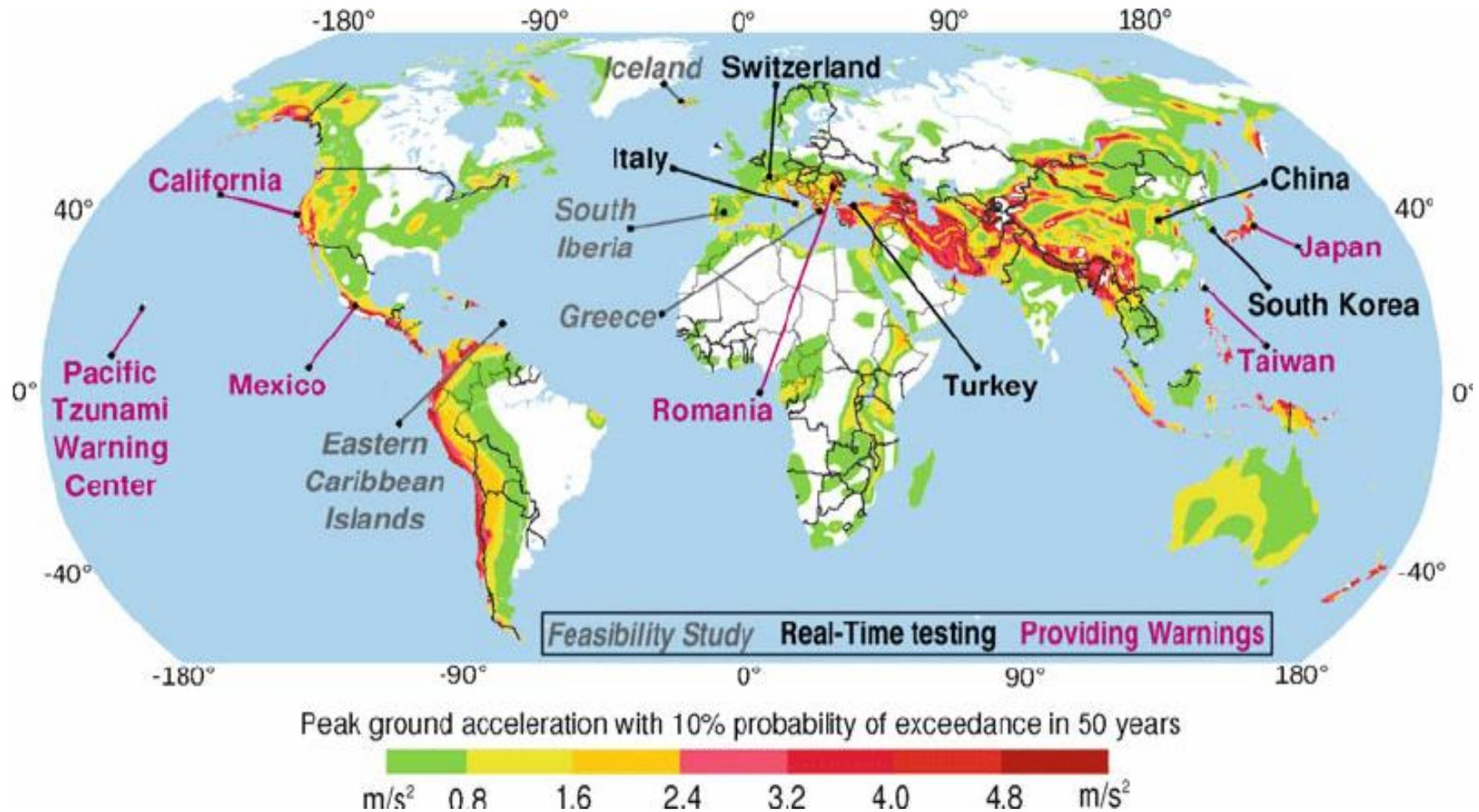
En general, se consideró que la naturaleza del suelo era rocosa, a excepción de Canadá y EE. UU., donde se supuso que las condiciones del suelo eran rocosas y firmes. El mapa, representado en la Figura 5, muestra los niveles probables de movimiento del terreno en una escala de colores, que va desde menor probabilidad (blanco) hasta mayor probabilidad (oscuro).

Los colores se eligieron para representar de manera aproximada el nivel de peligrosidad correspondiente. El color más claro indica un riesgo bajo, mientras que el más oscuro señala un riesgo alto.

Concretamente, el blanco y el verde representan valores entre el 0 y el 8% de la aceleración de la gravedad (g); el amarillo y el naranja indican una peligrosidad moderada entre el 8 y el 24% de g ; el rosa y el rojo denotan una peligrosidad alta entre el 24 y el 40% de g ; por último, el rojo oscuro y el color café señalan una peligrosidad muy alta con valores superiores al 40% de g .

En resumen, en términos generales, las áreas con un peligro significativo se encuentran en regiones delimitadas por las diversas placas tectónicas que componen la superficie terrestre (Marín, 2012).

Figura 5
Mapa global de peligro sísmico.



Nota. Este mapa muestra las zonas con niveles probables de movimiento del terreno en una escala de colores, que va desde menor aceleración del suelo (blanco) hasta mayor aceleración del suelo (rojo oscuro). Adaptado de *Programa de Evaluación Global de la Amenaza Sísmica*, por GSHAP, 1999, Seismo (<http://www.seismo.ethz.ch/static/GSHAP/>).

2.2.2.4. ACTIVIDAD SÍSMICA EN PERU

El borde occidental de América del sur se caracteriza por ser una de las regiones sísmicamente más activas en el mundo. El Perú forma parte de esta región y su actividad sísmica más importante está asociada al proceso de subducción de la placa de Nazca (oceánica) bajo la placa Sudamericana (continental), generando frecuentemente terremotos de magnitud considerable. Un segundo tipo de actividad sísmica está producido por las deformaciones corticales presentes a lo largo de la Cordillera Andina, con sismos menores en magnitud y frecuencia.

La distribución y origen de los terremotos en el Perú han sido tema de diversos estudios utilizando datos a fin de estudiar la geometría de la subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana. Los Andes son un claro ejemplo de cordillera formada como resultado del proceso de subducción de una placa oceánica bajo una continental. Esta cordillera se extiende a lo largo del continente sudamericano, desde Venezuela hasta el sur de Chile (Marín, 2012).

2.2.2.5. ZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL PERÚ

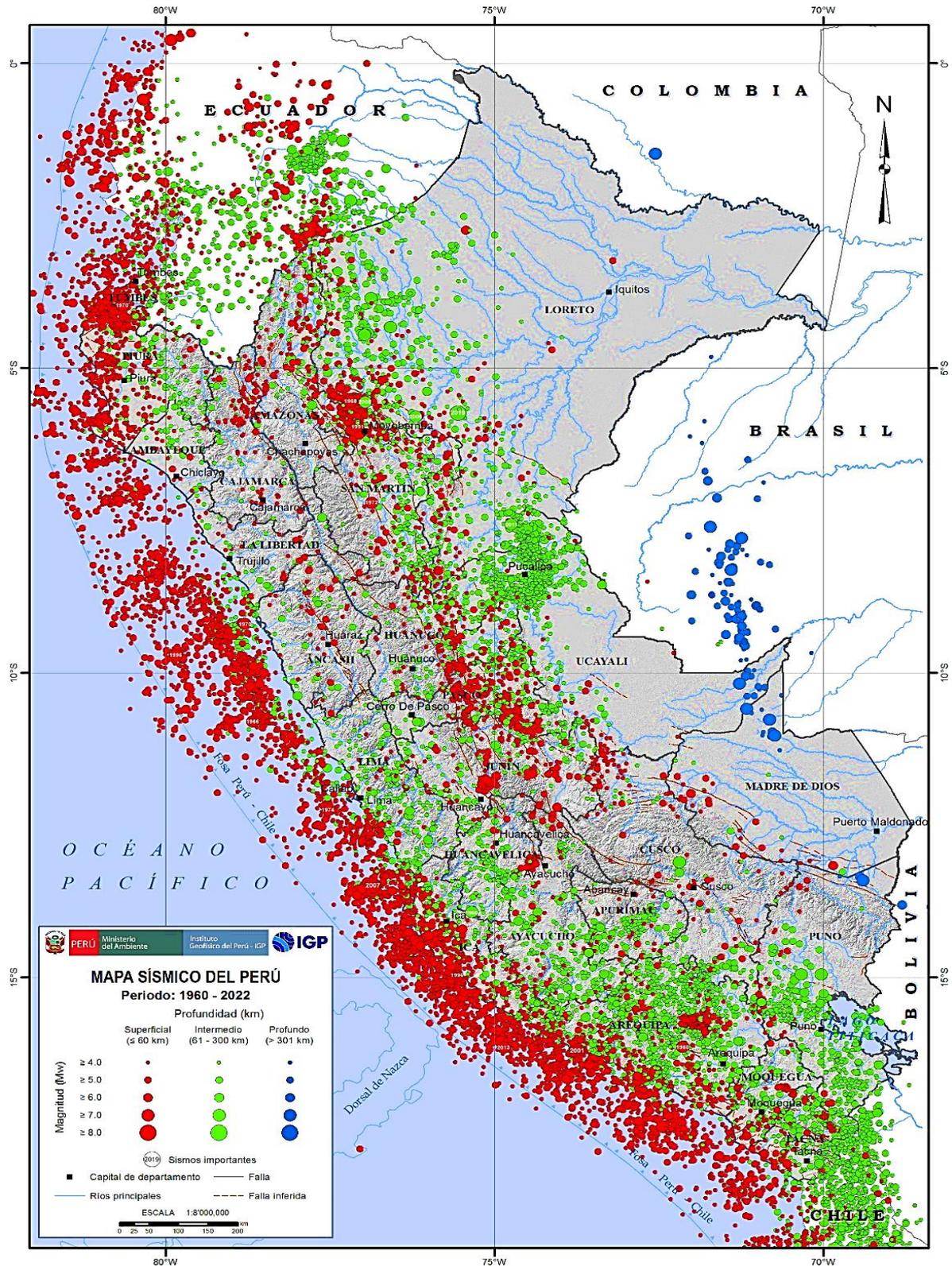
El responsable de la actual geodinámica y geomorfología de todo el territorio peruano es el proceso de convergencia entre la placa de Nazca (oceánica) y la Sudamericana (continental) con velocidades promedio del orden de 7-8 centímetros por año (DeMets, Gordon, Aarhus, & Stein, 2010).

Esta dinámica produce deformación elástica en la zona de contacto que se acumula lentamente en el tiempo hasta que los esfuerzos generados excedan la rigidez de la zona de contacto y producen su ruptura generando ondas sísmicas que se propagan en todas las direcciones.

Este proceso dinámico que se repite en espacio y es recurrente en el tiempo a escala de décadas o centenas de años recibe el nombre de Ciclo Sísmico (Norabuena, 2018), lo que nos indica que existe la probabilidad de que ocurra un evento sísmico con características semejantes a los acontecidos en el pasado.

La Figura 6 muestra el Mapa Sísmico del Perú durante el periodo 1960-2022, para eventos sísmicos con magnitudes en la escala de momento (M_w), iguales o mayores a 4.0. El tamaño de los símbolos indica la magnitud del evento y representa la energía liberada. Además, se observa que existe una mayor actividad sísmica en la parte centro y sur comparadas con la del norte del Perú.

Figura 6
Mapa Sísmico del Perú de 1960 a 2022.



Nota. Este mapa muestra la actividad sísmica de 1960 a 2022 en el Perú, para eventos sísmicos con magnitudes en la escala de momento (Mw), iguales o mayores a 4.0. El tamaño de los símbolos indica la magnitud del evento y representa la energía liberada. Adaptado de *Mapas sísmicos*, por Instituto Geofísico del Perú (IGP), 2022, (<https://ultimosismo.igp.gob.pe/mapas-sismicos>).

2.2.2.6. FALLAS ACTIVAS EN PERÚ

La Tabla 1 muestra los principales sistemas de fallas activas en el Perú, según el IGP (2014). En el Perú, los principales sistemas de fallas se encuentran en el Altiplano, zona Subandina, al pie de nevados, cordilleras y entre los límites de la Cordillera Occidental y zona costanera Altiplano.

Tabla 1
Principales sistemas de Fallas activas en Perú.

| CÓDIGO | NOMBRE | TIPO | FECHA ÚLTIMO MOVIMIENTO SÍSMICO |
|--------|------------------|--------------------|---------------------------------|
| PE-01 | F.Amopate | Inversa | < 1.6 Ma |
| PE-03 | F.Shitari | Inversa | Histórico |
| PE-04 | F.Chalquibamba | Normal | Histórico (1937) |
| PE-05 | F.Shonita | Normal | Histórico (1937) |
| PE-07 | F.C.Blanca | Normal | Histórico |
| PE-08 | F.Quiches | Normal | Histórico (1946) |
| PE-11 | F.Cayesh | Normal | < 1.6 Ma |
| PE-12 | F.Huaytapallana | Inversa | Histórico (1969) |
| PE-13 | F.Cusco | Normal | Histórico (1986) |
| PE-14 | F.Acongate | Normal | < 15 Ma |
| PE-15 | F.Vilcanota | Normal | < 1.6 Ma |
| PE-19 | F.Marcona | Normal | < 1.6 Ma |
| PE-26 | F.Solarpampa | Normal | Histórico (1998) |
| PE-28 | F.Pampacolca | Normal | < 1.6 Ma |
| PE-42 | F.Chololo | Inversa- Sinestral | < 15 Ma |
| PE-51 | F.Sama-Calientes | Inversa | Histórico (2006) |
| PE-xx | F.Ichupampa | Normal | |
| PE-58 | Fosa Perú-Chile | Inversa | Histórico (2007) |

Nota. La tabla muestra los principales sistemas de fallas activas en el Perú y la ocurrencia de los últimos movimientos sísmicos en cada una de ellas. Adaptado de *Re-evaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú*, por Instituto Geofísico del Perú (IGP), 2014.

2.2.2.7. ZONIFICACIÓN SÍSMICA REGIONAL

El IGP (2014) determinó el peligro sísmico a escala regional para diversos departamentos del Perú, incluyendo Áncash, utilizando la metodología probabilística a través de un mapa de peligro sísmico o de isoaceleraciones, siguiendo las mismas tendencias observadas en estudios realizados por (Castillo & Alva, 1993) y (Gamarra & Aguilar, 2009).

La Figura 7 muestra el Mapa de Isoaceleraciones para el departamento de Áncash, determinado para un periodo de retorno de 500 años.

Figura 7

Mapa de Isoaceleraciones para el departamento de Áncash.



Nota. Este mapa muestra las curvas de isoaceleraciones para el departamento de Áncash, determinado para un sismo con periodo de retorno de 500 años. Adaptado de *Re-evaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú* (p.67), por Instituto Geofísico del Perú (IGP), 2014.

2.2.2.8. GEOLOGIA DE LA REGIÓN ÁNCASH

2.2.2.8.1. GEOMORFOLOGIA

a) PRINCIPALES AGENTES MODELADORES

Dentro de los principales que han dado origen a las geoformas actuales, se tiene el agua y el viento como los que han jugado un papel muy importante. Las intensas lluvias que se producen en la región costanera después de largos periodos de sequía originan grandes torrentes que descienden por las diversas quebradas, los materiales acarreados por dichos torrentes se han acumulado en las planicies bajas en formas de grandes abanicos.

b) UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

Las unidades geomorfológicas mayores son la faja costanera, los valles de la vertiente pacífica y las estribaciones de la cordillera occidental, dentro de las cuales se pueden identificar en la zona las siguientes unidades menores.

Cuadrángulo de Chimbote, los afloramientos de gabros y rocas asociados se encuentran en la Isla Blanca, cerro señal Taricay y cerro Tambo. Los afloramientos de gabros tienen coloraciones oscuras que se diferencian de las rocas adyacentes por su mayor resistencia a la erosión. En algunos casos tienen morfología resaltante, como el caso del Cerro Tortugas, Cerro Prieto, Cerro Samanco, etc.

Los componentes intrusivos iniciales del Batolito de la costa Varían en un rango desde gabro a diorita, según sus características petrográficas se han separado en los mapas geológicos respectivos cuerpos de gabro, diorita, microdiorita a diabasa y un complejo de diques, cada uno de ellos tienen una forma y distribución espacial.

c) SUPER UNIDAD SANTA ROSA

El lado Oeste del Batolito está compuesto por un complejo muy variado de tonalita ácida. Las características petrográficas y de campo de este complejo son muy similares a las del complejo de la región Chancay - Huaura (Cobbing y Pitcher, 1972). Ya que el complejo de la tonalita ácida de la región de Casma representa claramente la continuación hacia el norte, del Complejo Tonalita Santa Rosa de Cobbing y Pitcher; Child R. (1976) prefiere mantener el nombre y sin embargo cambia la denominación de "Complejo" por la de "Super Unidad".

La súper unidad Santa Rosa es la más amplia de la unidad intrusiva que forman el Batolito cubriendo aproximadamente el 60 % del área total, correspondiente a las rocas intrusivas. Aflora en una extensa franja que va desde Chimbote en el Norte, hasta la quebrada Berna Puquio en el Sur (Culebras) y se prolonga más hacia el Sur a los Cuadrángulos adyacentes

d) DEPOSITOS CUATERNARIOS

La evidencia del levantamiento y erosión de la región se sustenta en la presencia de terrazas marinas levantadas, depósitos marinos recientes, terrazas aluviales levantadas, depósitos aluviales recientes, depósitos eólicos estabilizados y acumulaciones eólicas sin actividad, etc.

e) DEPOSITOS MARINOS

Se encuentran distribuidos a lo largo del litoral, especialmente en las bahías y efirantes; consiste en arenas semiconsolidadas con estratificación sesgada, cuyos componentes son cuarzo de 1 a 3 milímetros, granos oscuros de rocas volcánicas finas en algunos casos con fragmentos de conchas en una matriz de arena gruesa. Los remanentes de depósitos marinos levantados en general se inclinan suavemente hacia el Oeste.

f) DEPOSITOS EOLICOS

Se pueden distinguir dos tipos de arenas eólicas; los montículos de arenas eólicas; los montículos de arena estabilizadas y depósitos de arena en movimiento o continua evolución. Las arenas estabilizadas se observan al Este de la ciudad de Chimbote, al Sur de Samanco, etc. Los procesos eólicos retrabajan rápidamente las arenas y cubren los depósitos de playas, estos últimos representan la fuente principal del material eólico que se transporta hacia el continente. El avance continuo de las arenas ha definido cuerpos alargados, longitudinales conocidos como médanos que avanzan hacia el continente sobre yaciendo a rocas cretáceas.

g) DEPOSITOS ALUVIALES

Como se observa en los mapas geológicos los depósitos aluviales son más abundantes en el cuadrángulo de Casma, en estrecha relación con la mayor extensión de rocas plutónicas, las cuales son más fácilmente erosionables, originando depósitos arenosos gruesos y limoarcillas En los depósitos aluviales se incluyen las terrazas los rellenos de quebradas y valles, así como los depósitos recientes que constituyen las pampas o

llanuras aluviales, las terrazas están formadas por gravas arenas y limos que en algunos casos sobreyacen directamente al basamento rocosos, en otros casos constituyen una secuencia gruesa de depósitos aluviales mal seleccionados con clastos de litologías diversas.

En general los depósitos aluviales son más gruesos a heterogéneos hacia el Este, en cambio hacia el Oeste son de fragmentometría más fina y características más homogéneas, por lo que son explotados como agregados y material de construcción.

2.2.2.8.2. GEOLOGÍA LOCAL

La ciudad de Nuevo Chimbote y sus alrededores está enmarcada dentro de las siguientes geomorfologías:

- *Unidad de playas*
- *Unidad de pantano.*
- *Unidad de depósitos aluviales de Lacramarca.*
- *Unidad de colinas.*
- *Unidad de dunas.*

a) Unidad de playas

Se ubica a lo largo de la costa de la bahía de Chimbote y Nuevo Chimbote, con un ancho promedio de 10 a 30 m. Está constituido de arenas gruesas, arenas finas y conchas marinas, con intercalaciones de arcillas en los laterales.

b) Unidad de pantanos

Limitada por la unidad de playas y ubicada dentro del gran abanico aluvial de Nuevo Chimbote, presentándose con nivel freático casi superficial y en las áreas distantes del cono aluvial a consecuencia de la crecida del río Lacramarca, cuyas aguas se infiltran y fluyen subterráneamente hacia el mar. En épocas de ocurrencia del Fenómeno "El Niño", el área de pantanos aumenta de extensión superficial, provocando inestabilidades.

c) Unidad de depósitos aluviales del río Lacramarca

Se encuentra a lo largo del cono aluvial, ensanchándose cerca a la desembocadura del río Lacramarca en el Océano Pacífico. Los depósitos aluviales se extienden desde Chimbote hasta Nuevo Chimbote. Dentro de esta unidad se encuentra el cauce fluvial del río

Lacramarca, que en épocas de crecidas produce la erosión local y general del cauce e inundación de las planicies inundables, comprometiendo la seguridad de las obras de ingeniería emplazadas en el cauce y faja marginal del río. Dicha unidad está constituida de arenas, limos y gravas en profundidades de 5 m a 10 m. El nivel freático varía desde 0.00 m (pantano) hasta 1.50 m de profundidad (áreas limítrofes del abanico).

d) Unidad de colinas

Es parte de la vertiente andina, constituida de rocas graníticas cubiertas superficialmente con arenas eólicas, formando colinas suaves y onduladas cuyas pendientes varían de 3° a 10°, como se observa en el reservorio R-111 y alrededores. En esta unidad se aprecian depósitos coluviales y proluviales, de granulometría heterométrica.

e) Unidad de dunas

Son depósitos eólicos ubicados en la margen derecha del río Lacramarca tienen un espesor de 10 m a 20 m aproximadamente.

2.2.2.8.3. GEOLOGÍA REGIONAL

Geológicamente, a nivel regional se han reconocido las siguientes unidades estratigráficas:

a) Cretáceo

Grupo Casma

Es una secuencia volcánica andesítica, conformada por lavas y brechas, de composición básicamente de andesita y porfirítica que presentan fenocristales de plagioclasas anfiboles y en menor proporción piroxenos. También se observan alteraciones de tipo propilítico, cloritización y silicificación incipiente. En la ciudad de Chimbote el volcánico se encuentra expuesto principalmente en el extremo norte por los cerros Chimbote y Tambo Real, y en el extremo Sur-Este por los cerros Península y División. La edad de los depósitos anteriores ha sido ubicada a fines del periodo jurásico y cretácico superior.

b) Intrusivos

Este segundo tipo de afloramiento existente en la zona se encuentra representado por formaciones de granodiorita, cuya coloración oscila entre gris oscuro y gris claro, su grano varía entre medio y grueso; teniendo su mejor exposición en el lado este de la ciudad, en las colinas de las pampas de Chimbote.

c) Cuaternario

Son los más predominantes en el área de estudio, formada por extensos depósitos la arena eólica, formando muchas veces colinas de poca elevación. Se nota la presencia de materiales aluvionales y fluviales formando depósitos a lo largo del lecho antiguo del Río Lacramarca, así como en el extremo Norte de la ciudad, conocidos como Coscojal, La Mora, etc.

2.2.2.9. EVALUACION Y DETERMINACIÓN DE SISMICIDAD

Existe una gran variedad de incertidumbre en la predicción, ubicación y cuantificación de la fuerza sísmica. Los terremotos varían ampliamente en el tamaño o liberación de la energía, es decir, pueden ser desde pequeñas fracturas a grandes deslizamientos a lo largo de varios kilómetros de una falla. Un terremoto pequeño que ocurre a pocos kilómetros de la superficie se puede detectar sin necesidad de instrumentos, pero un terremoto grande el cual ocurre a muchos kilómetros por debajo de la superficie sólo será detectado mediante ellos (instrumentos).

En las últimas décadas ha existido un avance en el estudio de la sismología técnica y computacional que ha permitido reducir la variabilidad en la evaluación de los movimientos del terreno. El tamaño de un terremoto se puede caracterizar por la intensidad, magnitud o por el momento sísmico, siendo este último la caracterización más adecuada, debido a que está relacionado directamente con el producto del área de la ruptura de la falla y el desplazamiento promedio de la misma (Mena, 2012).

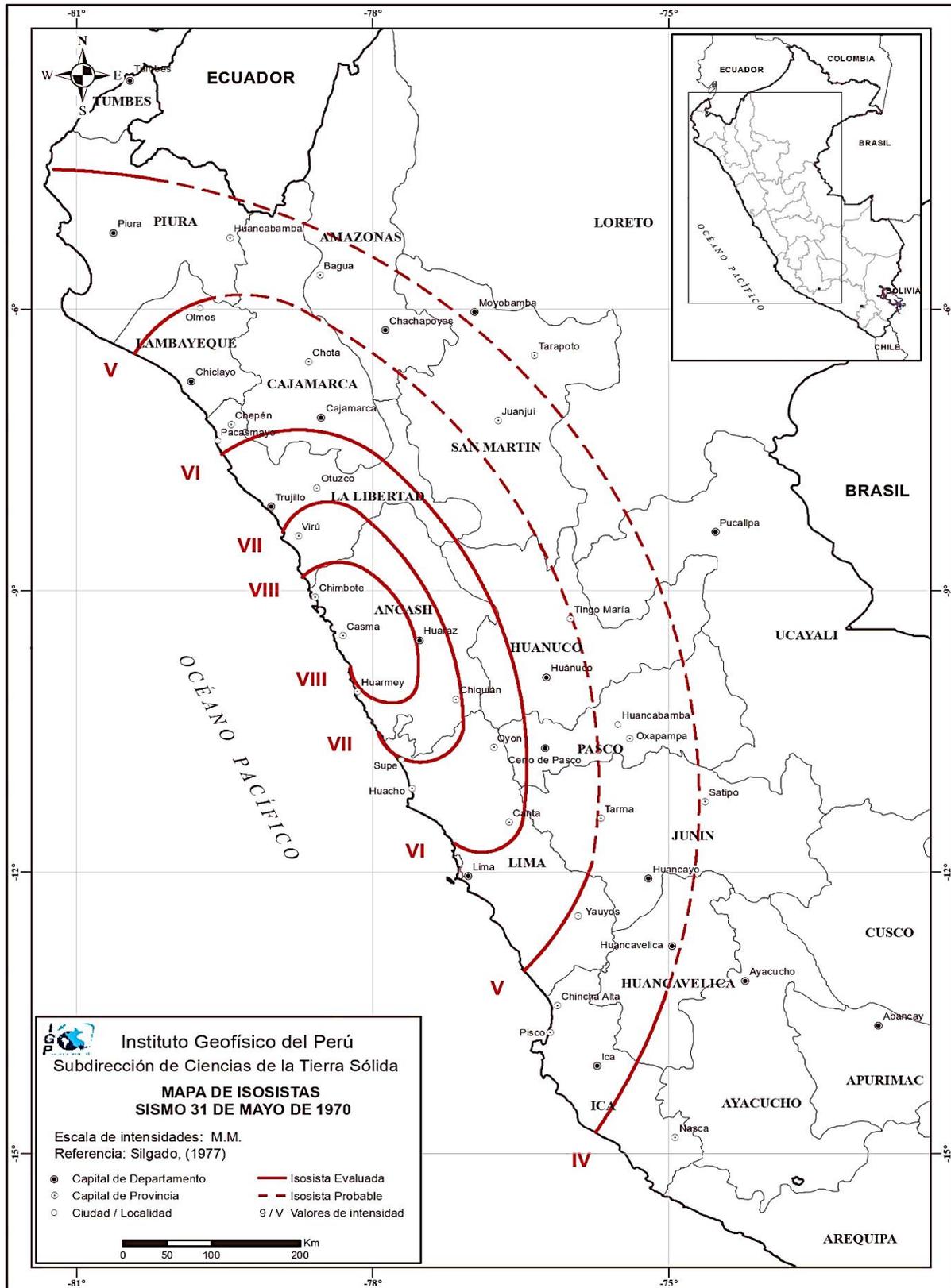
2.2.2.10. INTENSIDAD SÍSMICA

La intensidad es un parámetro que describe los daños producidos en edificios y estructuras, así como sus consecuencias sobre el terreno y los efectos sobre las personas, por lo que su utilización en la evaluación de daños está muy extendida (Bozzo y Barbat, 2000).

La ubicación gráfica de intensidades reportadas en diferentes ubicaciones sobre un mapa permite identificar contornos o líneas de igual intensidad, las cuales se conocen como isosistas. Generalmente, la intensidad más grande se encuentra en la vecindad del epicentro del sismo.

Los mapas de isosistas muestran como la intensidad decrece, o se atenúa, con el incremento de la distancia epicentral (Figura 8).

Figura 8
 Mapa de Isosistas del sismo del 31 de mayo de 1970 en el Perú.



Nota. Este mapa muestra las isosistas del sismo ocurrido el 31 de mayo de 1970 en el Perú, representadas en curvas de color rojo. Adaptado de *Catálogo General de Isosistas para sismos peruanos* (p.98), por Instituto Geofísico del Perú (IGP), 2005.

2.2.2.11. ENERGÍA DE UN SISMO

La energía sísmica total liberada durante un sismo (Ecuación 1) es frecuentemente estimada de la siguiente relación (Gutenberg y Richter, 1956):

Ecuación 1

Energía sísmica total liberada durante un sismo.

$$\log E = 11.8 + 1.5 M_s$$

Donde:

- E: es la energía liberada expresada en ergs.
- M_s : Magnitud de ondas superficiales

Esta relación fue posteriormente mostrada (Kanamori, 1983) para también ser aplicada en magnitud momento. Ello implica que un cambio de una unidad en magnitud corresponde a un incremento de 101.5 o 32 veces en la energía sísmica liberada. Un sismo de magnitud 5 por lo tanto liberaría sólo alrededor de 0.001 veces la energía de uno de magnitud 7, lo cual evidentemente muestra la ineffectividad de los sismos pequeños frente al incremento paulatino de la gran energía que liberan los sismos muy grandes.

La cantidad de energía liberada por los sismos es frecuentemente difícil de comprender; aun cuando un solo erg es pequeño ($1 \text{ erg} = 7.5 \times 10^{-8} \text{ ft-lb}$), la energía liberada en una bomba atómica del tamaño usado en Hiroshima (equivale a 20000-ton TNT) correspondería a un sismo de magnitud 6.0. Sobre este fundamento, el sismo de Chile en 1960 ($M_w = 9.5$) liberó tanta energía como 178 000 bombas atómicas.

2.2.3. AMENAZA SÍSMICA

2.2.3.1. DEFINICIÓN

La amenaza o peligro sísmicos es una función de la magnitud del sismo y la distancia del punto hasta la fuente sísmica. El movimiento sísmico se mide con la aceleración máxima del terreno (PGA) y se evalúa la amenaza en términos probabilísticos: es una práctica común definir la amenaza sísmica como la aceleración máxima del terreno con probabilidad del 90% de no ser excedida durante un período de 50 años, que corresponde a la vida útil de una estructura normal. Estos valores fueron utilizados por primera vez para estudios en los

Estados Unidos (Algermissen & Perkins,1976) y han sido adoptados casi universalmente. Este nivel de amenaza corresponde al movimiento sísmico que tiene un período de retorno (un intervalo promedio entre eventos) de 475 años (Bommer, 1996).

Los mapas de amenaza son hechos a partir de rejillas de puntos con aceleración máxima del suelo y se trazan curvas de igual nivel. Además de identificar áreas de mayor peligro en los mapas, lo cual sirve para fines de planificación, se establecen niveles de aceleración que se deben considerar en el diseño sísmico de estructuras, así mismo la amenaza sísmica refleja características de la naturaleza que generalmente no pueden ser modificados, como son la sismicidad y la geología de una región.

2.2.3.2. METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DEL PELIGRO SÍSMICO

Los métodos de cálculo de amenazas se dividen en dos grandes grupos: deterministas y probabilísticos. Primero se desarrollaron los métodos de identificación, cuyo propósito era obtener actividad sísmica en el sitio sin proporcionar información sobre su tiempo de retorno. Tampoco analizan las incertidumbres introducidas en el cálculo y no contienen criterios claros para asegurar que el sismo resultante sea el máximo esperado. A pesar de estas deficiencias, su uso fue generalizado durante dos décadas a partir de la década de 1960. Los métodos probabilísticos comenzaron a desarrollarse a fines de la década de 1960 para evaluar los efectos sísmicos en un objeto con suficiente probabilidad, lo que permite diseñar estructuras para cualquier nivel de riesgo aceptable; y analizar las incertidumbres resultantes del uso de diferentes alternativas computacionales (Marín, 2012, p. 95).

A diferencia de los métodos deterministas, los métodos probabilísticos tienen en cuenta las consecuencias de todos los terremotos que pueden afectar un lugar determinado y tienen en cuenta sus leyes de recurrencia. Dan una estimación del exceso de probabilidad para cada valor de tráfico esperado en una ubicación determinada durante un período de tiempo determinado, representando así la amenaza mediante curvas de probabilidad.

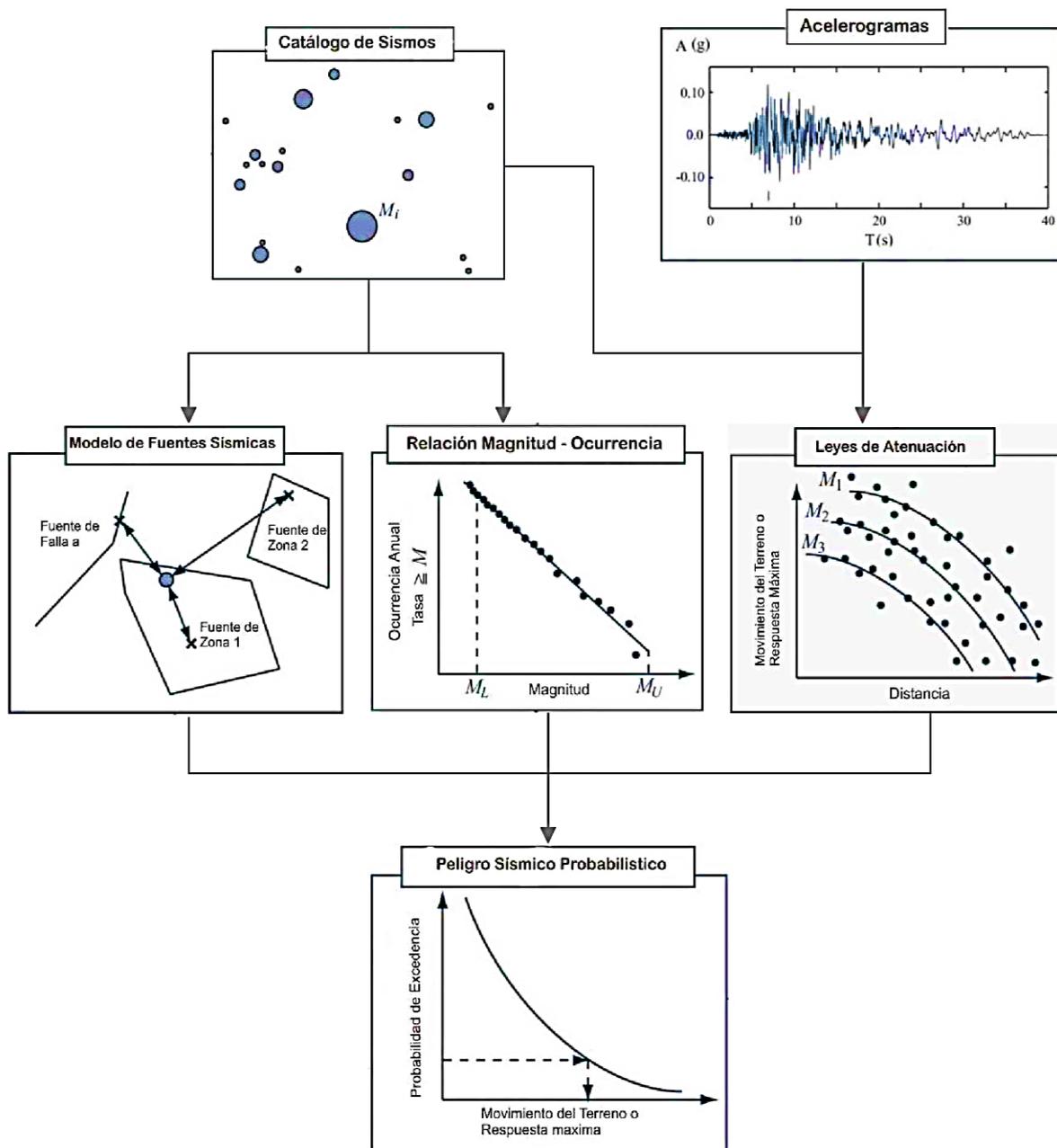
En resumen, la elección entre un método probabilístico y determinístico depende de los objetivos de la evaluación de peligro sísmico. Los métodos probabilísticos

son más adecuados para la gestión a largo plazo del riesgo sísmico, mientras que los métodos determinísticos son útiles para aplicaciones de diseño específicas.

El diagrama esquemático del método utilizado se muestra en la Figura 9. Estas funciones finales se refieren, para cada fuente sísmica, a la medida en que se supera cada aceleración en el lecho rocoso con respecto al período de retorno.

Figura 9

Esquema de la metodología de cálculo de la peligrosidad probabilista.



Nota. Este grafico muestra el esquema metodológico del cálculo de la peligrosidad sísmica probabilística. Adaptado de *Procesos de análisis probabilístico de peligrosidad sísmica* (p.122), por Reiter, 1990.

La base matemática de estos métodos fue desarrollada originalmente por (Cornell, 1968) y se basa básicamente en el modelo de región sísmica, mediante el cual se divide el dominio de influencia y la característica sísmica de cada región se compara con un modelo reproducible; Luego, sumando las contribuciones de todas las fuentes, obtenemos una función de probabilidad que representa el peligro en la ubicación de la estructura. De esta forma, los efectos de todos los terremotos de diferente magnitud que ocurren aleatoriamente en cada fuente se integran en una curva que representa la probabilidad de exceso para diferentes valores del parámetro de movimiento local. Esta curva es una posible representación de un peligro que generalmente se expresa en términos de repetibilidad en lugar de probabilidad de que se exceda.

Sobre la base de consideraciones teóricas previas, se han desarrollado muchos programas de cálculo, de los cuales los más utilizados en la actualidad son: RISK y CRISIS 2007.

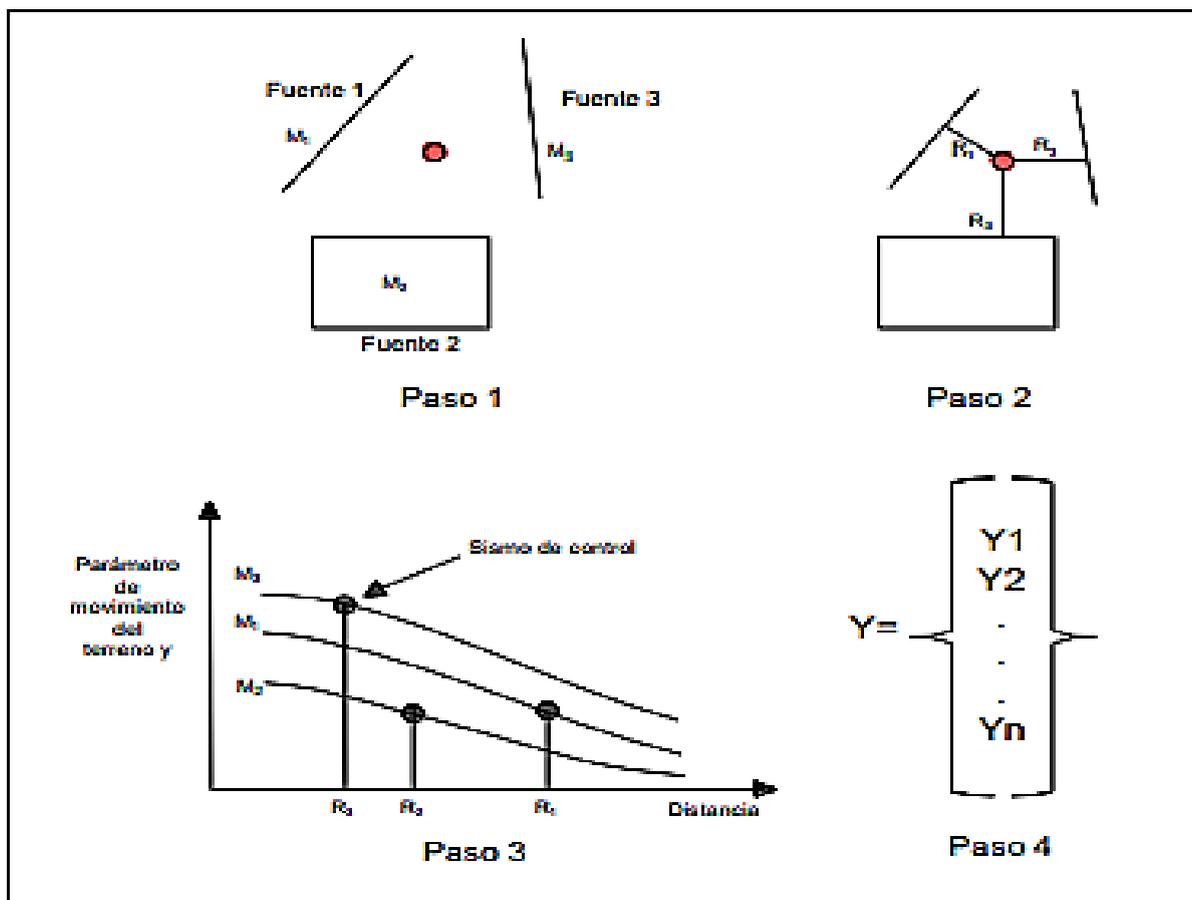
2.2.3.2.1. MÉTODO DETERMINÍSTICO

El análisis determinista de peligro sísmico (DSHA, por sus siglas en inglés, Deterministic Seismic Hazard Analysis) implica la construcción de un escenario basado en un evento sísmico específico de ciertas dimensiones en una ubicación particular (Quesquén, 2020).

Según lo descrito por Kramer (1996), un análisis DSHA se divide principalmente en cuatro etapas (ver Figura 10):

- En el primer paso, se identifican y caracterizan las fuentes sísmicas que tienen el potencial de generar movimientos sísmicos significativos en el lugar de estudio.
- En la segunda etapa, se elige la distancia entre la fuente y el sitio receptor para cada una de las fuentes sismogénicas. En la mayoría de los estudios, se opta por la distancia más corta, ya sea la hipocentral o epicentral.
- El tercer paso consiste en la selección de un sismo de referencia que sea representativo y que se expresa en términos de su magnitud y distancia.
- Por último, se crea un escenario que representa el caso seleccionado. La evaluación del peligro se expresa en términos de un parámetro, generalmente el PGA (Aceleración del Pico de la Gravedad).

Figura 10
Esquema de análisis de un DSHA.



Nota. Este grafico muestra el esquema metodológico del análisis de peligro sísmico determinístico (DSHA). Adaptado de *Ingeniería Geotécnica Sísmica* (p.138), por Kramer, 1996.

2.2.3.2.2. MÉTODO PROBABILÍSTICO

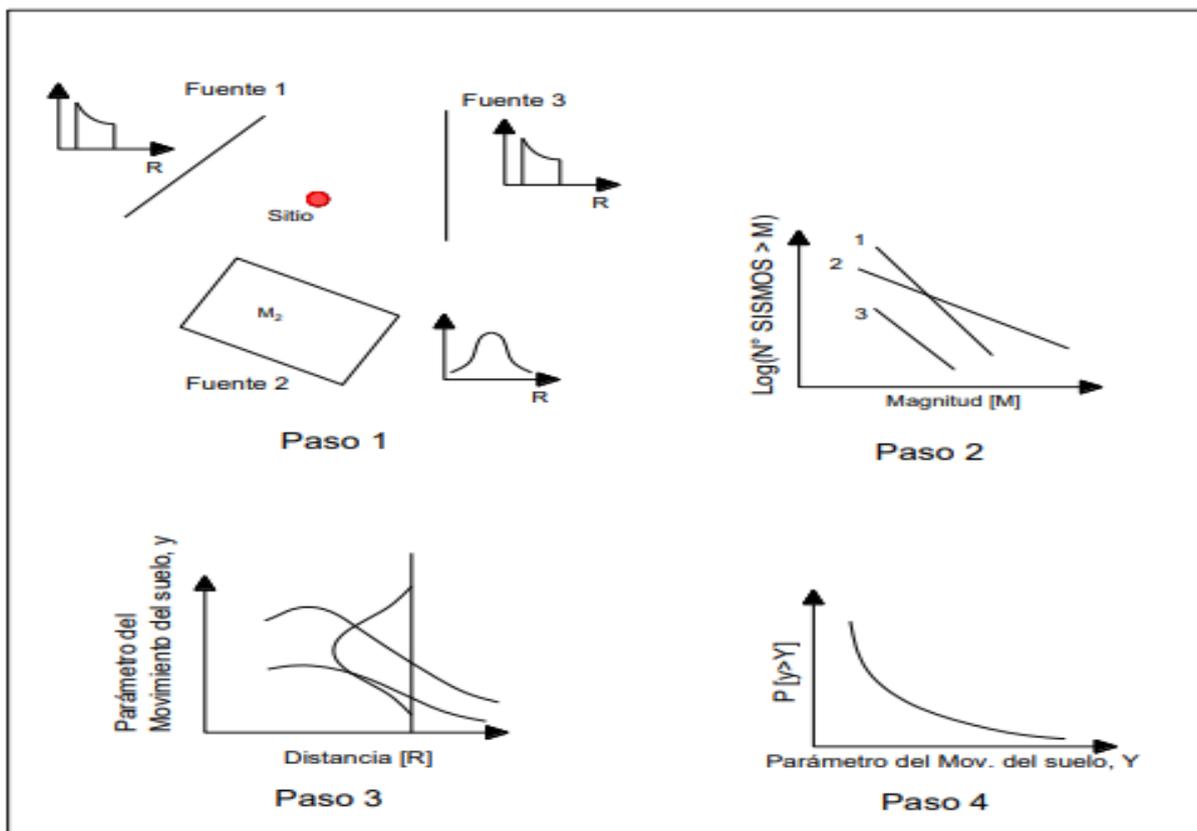
Un análisis de peligro sísmico probabilístico (PSHA, por sus siglas en inglés, Probabilistic Seismic Hazard Analysis) permite tener en cuenta las incertidumbres relacionadas con varios factores, como el tamaño, la ubicación y la recurrencia de los sismos, a través de la consideración de parámetros del movimiento del suelo. Para ello, se emplean distribuciones de probabilidad que modelan la probabilidad de ocurrencia de sismos en la zona de interés, y luego se identifican los efectos cruciales que estos sismos pueden tener (Quesquén, 2020).

Un Análisis PSHA se desglosa principalmente en cuatro etapas, que se detallan a continuación (ver Figura 11):

- En el primer paso, se identifican y caracterizan las fuentes sismogénicas. Por lo general, se asume una distribución de probabilidad uniforme, lo que

- significa que, en cualquier punto de la región, la probabilidad de que ocurra un evento sísmico es la misma.
- El segundo paso consiste en describir la sismicidad o la distribución temporal de la recurrencia sísmica de cada fuente. Esto se logra a través de la relación de recurrencia de Gutenberg-Richter, que indica la tasa promedio con la que se espera que un sismo de cierta magnitud sea superado.
 - En la tercera etapa, se aplican ecuaciones de predicción o leyes de atenuación a cada fuente sismogénica. Estas ecuaciones describen cómo las ondas sísmicas se modifican desde su origen hasta el lugar de interés en la superficie.
 - Finalmente, en el cuarto paso, se calcula la probabilidad de excedencia. Se combinan las incertidumbres relacionadas con la ubicación, la magnitud y la estimación de los parámetros del movimiento del suelo para determinar la probabilidad de que un parámetro específico del movimiento del suelo supere un umbral durante un período de tiempo determinado.

Figura 11
Esquema de análisis de un PSHA.



Nota. Este grafico muestra el esquema metodológico del análisis de peligro sísmico probabilístico (PSHA). Adaptado de *Ingeniería Geotécnica Sísmica* (p.141), por Kramer, 1996.

Por lo tanto, en esta investigación se eligió el método probabilístico ya que se basa en la estadística y la probabilidad, considera la variabilidad en la actividad sísmica a lo largo del tiempo, estima la probabilidad de ocurrencia de terremotos de diferentes magnitudes en un período específico y ofrece una visión más completa y realista del peligro sísmico.

2.2.3.3. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES SISMOGENICAS

Una fuente sismogénica es aquella zona o volumen geográfico que presenta similitudes geológicas, geofísicas y sísmicas, a tal punto que puede asegurarse que su potencial sísmico es homogéneo en toda la fuente; es decir, en la que el proceso de generación y recurrencia de sismos es espacial y temporalmente homogéneo. Definir la geometría de la fuente sismogénica es fundamental para la evaluación del peligro sísmico, debido a que proporcionan los principales parámetros físicos que controlan la sismo tectónica de la región en estudio.

Para la delimitación de estas fuentes, se ha analizado y evaluado la distribución espacial de la sismicidad asociada al proceso de la subducción (sismos interface), teniendo en cuenta la ubicación geográfica de los grandes sismos y los cambios en el patrón de distribución espacial de la sismicidad de acuerdo a Tavera y Buforn (2001), Bernal y Tavera (2002), Quispe y Tavera (2003), Condori y Tavera (2010), Guardia y Tavera (2012).

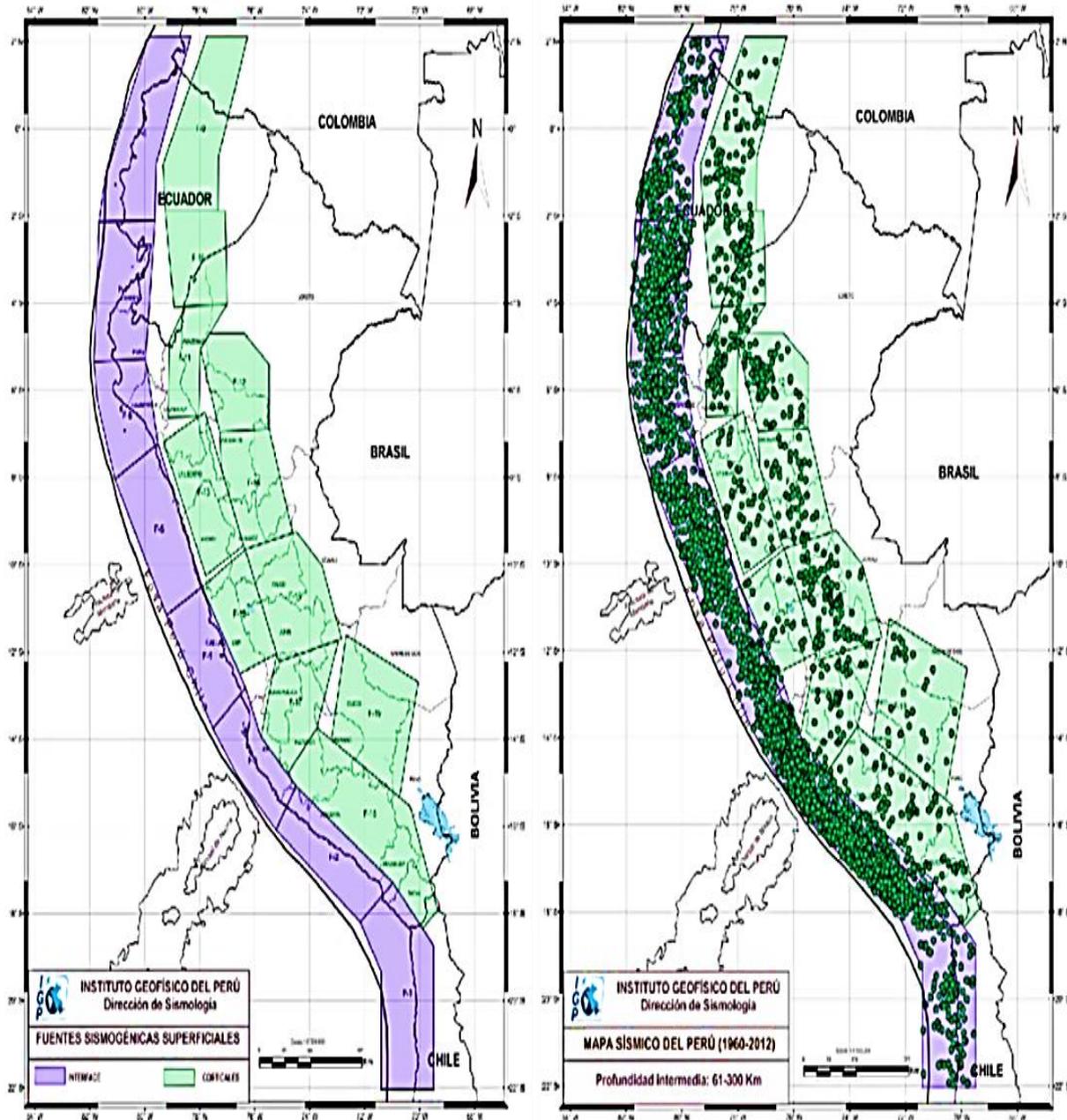
Para fuentes sismogénicas continentales asociadas a las deformaciones corticales, se ha considerado la distribución espacial de los diversos sistemas de fallas geológicas propuestas por Macharé et al (2003) y Bernal y Tavera (2002). En este caso, a pesar de que para algunas zonas la sismicidad se encuentra dispersa, ha sido posible reagruparlas en fuentes sismogénicas de manera adecuada.

En este estudio se propone 33 nuevas fuentes sismogénicas en base a la distribución espacial de la sismicidad asociada al proceso de subducción (interface), a los principales sistemas de fallas (corticales) y a la geometría de la placa de Nazca por debajo del continente (intraplaca). Por ejemplo, a diferencia de estudios anteriores, la sismicidad intraplaca que se agrupa entorno a la ciudad de Pucallpa y que ha dado origen a sismos importantes con magnitudes de 7.2Mw con efectos secundarios en superficie (deslizamientos y licuación de suelos), ha sido considerada de manera independiente como una fuente sismogénica.

Finalmente, las fuentes sismogénicas se distribuyen de la siguiente manera: F-1 a F-8 para la sismicidad interface (Figura 12), F-9 a F-19 para la sismicidad asociada a la deformación cortical (Figura 12) y F-20 a F-33 para la sismicidad intraplaca (Figura 13). Las coordenadas de las fuentes sismogénicas se presentan en la Tabla 2.

Figura 12

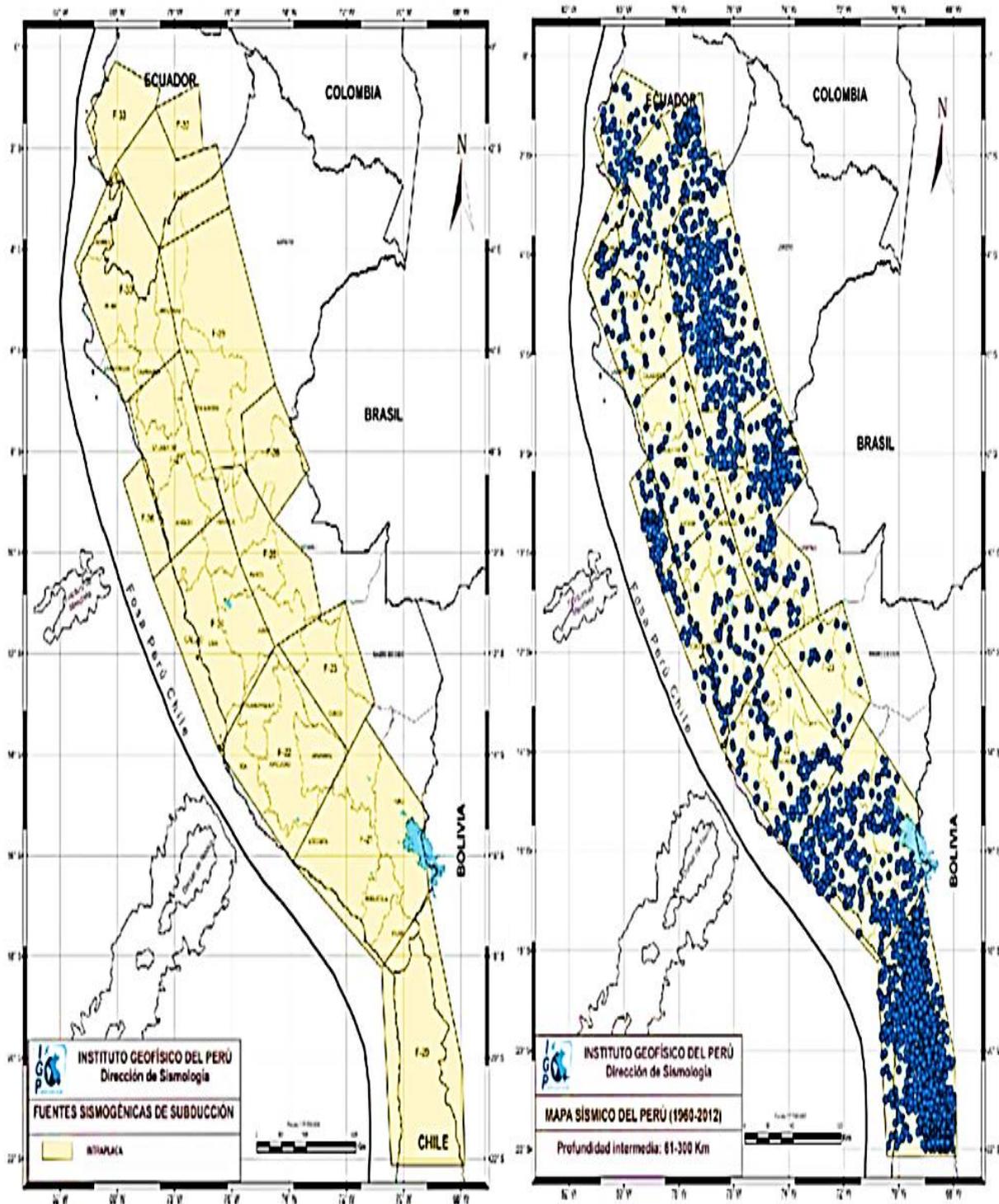
Sismicidad de foco superficial: distribución y geometría de las fuentes de subducción y corticales.



Nota. Estos mapas muestran la distribución y geometría de las fuentes sismogénicas superficiales y la sismicidad de foco superficial de las fuentes de subducción y corticales entre los años de 1960 y 2012. Adaptado de *Re-evaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú* (p.18), por Instituto Geofísico del Perú (IGP), 2014.

Figura 13

Sismicidad de foco intermedio: distribución y geometría de las fuentes intraplaca.



Nota. Estos mapas muestran la distribución y geometría de las fuentes sismogénicas de subducción y la sismicidad de foco superficial de las fuentes de intraplaca entre los años de 1960 y 2012. Adaptado de *Re-evaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú* (p.19), por Instituto Geofísico del Perú (IGP), 2014.

2.2.3.4. FUENTES SISMOGÉNICAS Y PARÁMETROS SISMOLÓGICOS

El análisis probabilístico para el presente estudio, a diferencia del método determinístico que analiza la fuente de mayor magnitud; el método probabilístico toma en cuenta los efectos de todas las fuentes sísmicas en el sitio de interés o área de estudio, considerando periodos de recurrencia y relaciones magnitud-frecuencia.

De acuerdo con el IGP (2014), existen 33 fuentes sismogénicas que afectan al territorio peruano en base a la distribución espacial de la sismicidad asociada al proceso de subducción (interface), a los principales sistemas de fallas (corticales) y a la geometría de la placa de Nazca por debajo del continente (intraplaca).

La distribución de las fuentes es de la siguiente manera:

- Fuentes de Subducción superficial o Interface 30-75 km: F-1 a F-8
- Fuentes corticales o continentales 30 km: F-9 a F-19
- Fuentes de Subducción profunda o intraplaca 80-200 km: F-20 a F-33
-

La Tabla 2 muestra las 33 fuentes sismogénicas de acuerdo con el IGP (2014).

Tabla 2
Fuentes sismogénicas para el territorio peruano.

| Fuentes Interface | COORDENADAS GEOGRÁFICAS | | |
|-------------------|-------------------------|---------|-------------|
| | Longitud | Latitud | Profundidad |
| F-1 | -71.41 | -19.345 | 30 |
| | -71.411 | -22.049 | 30 |
| | -69.498 | -22.049 | 75 |
| | -69.497 | -18.743 | 75 |
| | -70.983 | -17.299 | 75 |
| | -72.171 | -18.202 | 30 |
| F-2 | -72.171 | -18.202 | 30 |
| | -70.983 | -17.299 | 75 |
| | -74.502 | -15.081 | 75 |
| | -75.236 | -16.088 | 30 |
| F-3 | -76.609 | -14.878 | 30 |
| | -75.236 | -16.088 | 30 |
| | -74.502 | -15.081 | 75 |
| | -75.779 | -13.943 | 75 |
| | -76.334 | -12.818 | 75 |
| | -77.526 | -13.767 | 30 |
| F-4 | -77.526 | -13.767 | 30 |
| | -76.334 | -12.818 | 60 |
| | -77.915 | -10.509 | 60 |
| | -79.214 | -11.167 | 30 |
| F-5 | -79.214 | -11.167 | 30 |
| | -77.915 | -10.509 | 60 |
| | -79.509 | -7.226 | 60 |
| | -81.085 | -8.035 | 30 |
| F-6 | -81.736 | -6.249 | 30 |
| | -81.085 | -8.035 | 30 |
| | -79.509 | -7.226 | 60 |
| | -79.961 | -5.274 | 60 |
| | -81.844 | -5.343 | 30 |
| F-7 | -81.844 | -5.343 | 30 |
| | -79.961 | -5.274 | 60 |
| | -79.618 | -2.098 | 60 |
| | -81.671 | -2.121 | 30 |
| F-8 | -81.442 | -1.142 | 25 |
| | -81.671 | -2.121 | 25 |
| | -79.618 | -2.098 | 60 |
| | -79.573 | -0.806 | 60 |
| | -78.325 | 2.111 | 60 |
| | -78.873 | 2.111 | 25 |

| Fuentes Corticales | COORDENADAS GEOGRÁFICAS | | |
|--------------------|-------------------------|---------|-------------|
| | Longitud | Latitud | Profundidad |
| F-9 | -79.341 | -0.829 | 30 |
| | -79.258 | -1.884 | 30 |
| | -77.334 | -1.884 | 30 |
| | -77.317 | -0.646 | 30 |
| | -76.257 | 2.111 | 30 |
| | -77.752 | 2.111 | 30 |
| F-10 | -78.935 | -4.101 | 30 |
| | -78.554 | -4.085 | 30 |
| | -77.001 | -4.032 | 30 |
| | -77.072 | -1.884 | 30 |
| | -77.334 | -1.884 | 30 |
| | -79.258 | -1.884 | 30 |
| F-11 | -79.095 | -4.867 | 30 |
| | -79.145 | -6.625 | 30 |
| | -78.038 | -6.605 | 30 |
| | -77.982 | -5.058 | 30 |
| | -77.628 | -4.693 | 30 |
| | -77.001 | -4.032 | 30 |
| F-12 | -78.554 | -4.085 | 30 |
| | -77.982 | -5.058 | 30 |
| | -77.278 | -6.96 | 30 |
| | -75.476 | -6.889 | 30 |
| | -75.479 | -5.407 | 30 |
| | -76.383 | -4.693 | 30 |
| F-13 | -77.628 | -4.693 | 30 |
| | -77.787 | -10.26 | 30 |
| | -76.41 | -9.571 | 30 |
| | -77.207 | -7.813 | 30 |
| | -77.805 | -6.499 | 30 |
| | -78.038 | -6.605 | 30 |
| F-14 | -79.327 | -7.181 | 30 |
| | -77.207 | -7.813 | 30 |
| | -76.41 | -9.571 | 30 |
| | -76.346 | -9.655 | 30 |
| | -75.627 | -9.275 | 30 |
| | -75.476 | -6.889 | 30 |
| | -77.278 | -6.96 | 30 |

| Fuentes Corticales | COORDENADAS GEOGRÁFICAS | | |
|--------------------|-------------------------|---------|-------------|
| | Longitud | Latitud | Profundidad |
| F-15 | -76.549 | -12.512 | 30 |
| | -75.205 | -12.049 | 30 |
| | -76.346 | -9.655 | 30 |
| | -77.915 | -10.509 | 30 |
| F-16 | -75.205 | -12.049 | 30 |
| | -75.126 | -12.226 | 30 |
| | -72.954 | -11.734 | 30 |
| | -72.841 | -11.707 | 30 |
| | -73.562 | -10.009 | 30 |
| | -74.482 | -9.247 | 30 |
| | -74.627 | -9.275 | 30 |
| | -76.346 | -9.655 | 30 |
| F-17 | -75.779 | -13.943 | 30 |
| | -74.812 | -14.802 | 30 |
| | -73.733 | -13.741 | 30 |
| | -72.954 | -11.734 | 30 |
| | -75.126 | -12.226 | 30 |
| | -75.205 | -12.049 | 30 |
| F-18 | -74.502 | -15.081 | 30 |
| | -70.983 | -17.299 | 30 |
| | -69.904 | -18.347 | 30 |
| | -69.497 | -18.036 | 30 |
| | -69.354 | -17.937 | 30 |
| | -70.352 | -15.541 | 30 |
| | -70.575 | -15.422 | 30 |
| | -73.194 | -14.027 | 30 |
| | -73.733 | -13.471 | 30 |
| | -74.812 | -14.802 | 30 |
| F-19 | -70.575 | -15.422 | 30 |
| | -69.801 | -12.399 | 30 |
| | -72.582 | -11.26 | 30 |
| | -73.194 | -14.027 | 30 |

Nota. Esta tabla muestra las coordenadas geográficas (latitud, longitud y profundidad) de las 33 fuentes sismogénicas (interface, corticales, intraplaca) utilizadas en el cálculo del peligro sísmico probabilístico del presente estudio. Adaptado de *Re-evaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú*, por Instituto Geofísico del Perú (IGP), 2014.

| Fuentes Intraplaca | COORDENADAS GEOGRÁFICAS | | |
|--------------------|-------------------------|---------|-------------|
| | Longitud | Latitud | Profundidad |
| F-20 | -70.436 | -22.128 | 85 |
| | -67.88 | -22.128 | 200 |
| | -67.951 | -20.193 | 200 |
| | -69.114 | -16.825 | 200 |
| | -70.771 | -18.23 | 85 |
| F-21 | -70.771 | -18.23 | 85 |
| | -69.114 | -16.825 | 200 |
| | -69.31 | -15.051 | 200 |
| | -71.342 | -13.296 | 200 |
| | -71.926 | -13.951 | 200 |
| | -73.879 | -16.142 | 85 |
| F-22 | -73.879 | -16.142 | 95 |
| | -71.926 | -13.951 | 120 |
| | -74.423 | -11.798 | 120 |
| | -74.502 | -11.872 | 120 |
| | -76.46 | -13.924 | 80 |
| F-23 | -71.926 | -13.951 | 120 |
| | -71.342 | -13.296 | 150 |
| | -71.009 | -12.98 | 150 |
| | -72.064 | -10.979 | 150 |
| | -72.876 | -11.261 | 150 |
| | -74.423 | -11.798 | 120 |
| F-24 | -76.46 | -13.924 | 90 |
| | -74.502 | -11.872 | 120 |
| | -75.688 | -10.259 | 120 |
| | -76.295 | -9.127 | 120 |
| | -78.118 | -10.165 | 120 |
| | -78.75 | -10.525 | 80 |
| F-25 | -75.688 | -10.259 | 120 |
| | -74.502 | -11.872 | 120 |
| | -72.876 | -11.261 | 140 |
| | -73.243 | -10.157 | 140 |
| | -74.548 | -9.38 | 140 |
| | -75.482 | -8.455 | 140 |
| | -75.666 | -8.275 | 140 |
| | -76.674 | -8.355 | 120 |
| F-26 | -78.75 | -10.525 | 80 |
| | -78.118 | -10.165 | 100 |
| | -79.147 | -8.121 | 100 |
| | -79.794 | -8.578 | 80 |

| Fuentes Intraplaca | COORDENADAS GEOGRÁFICAS | | |
|--------------------|-------------------------|---------|-------------|
| | Longitud | Latitud | Profundidad |
| F-27 | -79.147 | -8.121 | 100 |
| | -78.118 | -10.165 | 100 |
| | -76.295 | -9.127 | 120 |
| | -76.674 | -8.355 | 120 |
| | -77.827 | -6.009 | 120 |
| | -79.613 | -6.977 | 100 |
| F-28 | -74.548 | -9.38 | 150 |
| | -73.299 | -8.35 | 180 |
| | -74.486 | -6.677 | 180 |
| | -75.68 | -7.275 | 180 |
| | -75.482 | -8.455 | 150 |
| F-29 | -77.827 | -6.009 | 120 |
| | -76.674 | -8.355 | 120 |
| | -75.666 | -8.275 | 150 |
| | -75.482 | -8.455 | 150 |
| | -75.68 | -7.275 | 150 |
| | -74.486 | -6.677 | 150 |
| | -76.091 | -3.168 | 150 |
| F-30 | -78.538 | -4.004 | 120 |
| | -79.747 | -7.047 | 80 |
| | -79.613 | -6.977 | 100 |
| | -77.827 | -6.009 | 120 |
| | -78.538 | -4.004 | 120 |
| | -80.081 | -2.332 | 120 |
| | -80.375 | -2.741 | 120 |
| F-31 | -81.496 | -4.303 | 80 |
| | -78.538 | -4.004 | 120 |
| | -76.091 | -3.168 | 150 |
| | -76.531 | -1.928 | 150 |
| | -77.011 | -2.034 | 150 |
| | -77.941 | -2.242 | 150 |
| | -78.67 | -1.212 | 150 |
| F-32 | -80.081 | -2.332 | 120 |
| | -77.941 | -2.242 | 150 |
| | -77.011 | -2.034 | 150 |
| | -77.157 | -0.734 | 150 |
| F-33 | -78.67 | -1.212 | 150 |
| | -80.375 | -2.741 | 80 |
| | -80.081 | -2.332 | 120 |
| | -78.67 | -1.212 | 120 |
| | -78.509 | -0.823 | 120 |
| | -80.077 | -0.286 | 120 |
| -81.089 | -1.48 | 80 | |

2.2.3.5. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RECURRENCIA SISMOLÓGICOS

En el contexto del análisis de peligro sísmico, los parámetros sísmicos sirven para describir las fuentes sísmicas en función de su actividad a lo largo del tiempo. Esto significa que determinar los parámetros sísmicos de una fuente en particular implica evaluar su frecuencia sísmica, como se explica en el trabajo de Marín (2012, p. 102).

Para entender la variabilidad de las magnitudes de los sismos que una fuente específica puede generar, es esencial examinar su recurrencia sísmica. La recurrencia sísmica se refiere a la cantidad de eventos que tienen magnitudes iguales o superiores a un valor dado dentro de la fuente. Esto se define en función de la pendiente de la relación de recurrencia de Gutenberg y Richter (b), la tasa promedio anual de actividad sísmica (A_0), la magnitud mínima (M_0) y la magnitud máxima (M_{max}), como se detalla en la Tabla 3. La expresión que define la relación de recurrencia de la actividad sísmica de un determinado lugar es (Ecuación 2):

Ecuación 2

Relación de recurrencia de la actividad sísmica.

$$\text{Log } N = a - bM$$

En esta ecuación, donde N representa la cantidad de sismos con magnitud igual o superior a M , y “ a ” y “ b ” son valores constantes. El valor “ a ” refleja la actividad o la productividad sísmicas (calculada mediante el logaritmo del número de eventos con $M=0$). El valor de “ b ”, que suele estar cerca de 1 según lo señala Zúñiga y Wyss en 2001, es un parámetro tectónico que indica la proporción relativa de sismos grandes respecto a los pequeños.

Esta fórmula fue inicialmente propuesta en Japón por Ishimoto e Lida en 1939 y posteriormente adoptada en California por Gutenberg y Richter en 1944. La Ecuación 2 también puede expresarse de la siguiente manera (Ecuación 3):

Ecuación 3

Formula opcional de recurrencia de la actividad sísmica.

$$N = r_0 e^{-\beta M}$$

Donde:

- $r_0 = 10^a$; es el número de sismos por unidad de tiempo con $M > 0$
- $\beta = b \text{ Ln}10$

Zúñiga & Wyss (2001) plantean que el valor absoluto de b también está influenciado por la escala de magnitud empleada. Esto se debe a que existe evidencia clara de que la escala de magnitud experimenta cambios a medida que se introducen nuevas herramientas o procedimientos analíticos, y estos cambios a lo largo del tiempo afectan las distribuciones de frecuencia y magnitud.

Para llevar a cabo el análisis estadístico de los parámetros de repetibilidad, se aplicó el método de mínimos cuadrados, el cual permite ajustar los valores en función de la densidad de los datos disponibles a una línea recta. Los datos utilizados para calcular los parámetros “ a ” y “ b ” se encuentran dentro del rango que abarca los valores mínimos y máximos.

La tasa λ_0 es la tasa media anual de ocurrencia de eventos mayor o igual al valor mínimo de uniformidad; Para determinar el coeficiente λ_0 se utiliza una variación del diagrama de Gutenberg y Richter, que consiste en construir un número acumulativo de eventos mayor o igual al valor mínimo de uniformidad en función del tiempo. El valor mínimo de uniformidad (M_0) de un conjunto de eventos se determina trazando el número acumulativo de eventos frente a la magnitud y se define como el nivel en el que los datos disminuyen linealmente por debajo de este nivel. Estos datos son ajustados a una línea recta que define los valores de a y b .

Para determinar M_{max} , que es la magnitud máxima probable que puede liberarse como energía sísmica (como lo propuso McGuire en 1974), se emplearon diversos enfoques:

- Cuando se disponía de un registro en el catálogo de un gran terremoto histórico con una magnitud superior a 8.0, se utilizaba esta magnitud como valor máximo.
- En casos en los que no había registro de un gran terremoto, se seleccionaba el terremoto histórico de magnitud máxima y se le sumaban 0.5 unidades como estimación de la magnitud máxima.
- Cuando surgían dudas acerca de las magnitudes históricas y había alguna indicación o evidencia geológica o geotectónica que respaldara un valor diferente, se daba prioridad a los criterios de expertos para determinar M_{max} .

Los parámetros sismológicos fueron tomados del trabajo definido por el Instituto Geofísico del Perú, tal como se indica en la Tabla 3 asumiendo el modelo exponencial no truncado de Gutenberg y Richter que simula la distribución magnitud-frecuencia y el modelo de tiempo de ocurrencia de Poisson, a su vez indica los parámetros del modelo

de Poisson para estas fuentes sísmicas, utilizada en la actualización de la norma E.030-2018 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 3

Parámetros sismológicos de las fuentes sismogénicas definidas en el presente estudio.

| FUENTE | MW | | | | FUENTE | MW | | | |
|------------|------|------|---------|-------|------------|------|------|---------|-------|
| | MMín | MMáx | β | Tasa | | MMín | MMáx | β | Tasa |
| F1 | 5.2 | 8.8 | 1.84 | 2.03 | F18 | 4.8 | 5.5 | 2.83 | 1.48 |
| F2 | 4.3 | 8.2 | 1.66 | 11.54 | F19 | 5 | 6 | 2.29 | 0.3 |
| F3 | 4.3 | 8 | 1.78 | 12.83 | F20 | 4.4 | 7 | 1.88 | 22.14 |
| F4 | 4.3 | 8.6 | 1.69 | 4.24 | F21 | 5.2 | 6.8 | 2.6 | 4.32 |
| F5 | 4.3 | 7.7 | 1.6 | 9.09 | F22 | 5.1 | 6 | 2 | 2.02 |
| F6 | 4.3 | 7 | 2.07 | 4.48 | F23 | 4.6 | 6 | 0.95 | 0.18 |
| F7 | 4.3 | 7 | 2.35 | 9.16 | F24 | 5.2 | 6.8 | 2.37 | 1.06 |
| F8 | 4.3 | 8 | 1.48 | 4.2 | F25 | 5 | 6 | 2.79 | 1.38 |
| F9 | 4.8 | 6.8 | 1.7 | 1.08 | F26 | 5.3 | 6 | 3.38 | 0.74 |
| F10 | 5.2 | 6.8 | 2.49 | 0.78 | F27 | 4.3 | 6 | 2.06 | 0.86 |
| F11 | 4.3 | 5.8 | 2.86 | 1.72 | F28 | 5.1 | 7 | 2.67 | 3 |
| F12 | 5.2 | 6.5 | 2.81 | 1.74 | F29 | 4.3 | 7.2 | 1.69 | 6.78 |
| F13 | 4.3 | 7.2 | 1.94 | 0.84 | F30 | 5.1 | 7.5 | 3.41 | 1.32 |
| F14 | 4.8 | 5.5 | 2.35 | 0.76 | F31 | 5.3 | 7 | 2.62 | 1.14 |
| F15 | 4.4 | 5.5 | 4.74 | 0.36 | F32 | 4.3 | 6 | 2.25 | 0.96 |
| F16 | 5.2 | 5.5 | 2.74 | 1.6 | F33 | 4.8 | 6 | 1.94 | 1.6 |
| F17 | 5.2 | 5.5 | 4.01 | 0.44 | | | | | |

Nota. Esta tabla muestra los parámetros sismológicos de las 33 fuentes sismogénicas utilizadas en el cálculo del peligro sísmico probabilístico del presente estudio. Adaptado de *Re-evaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú*, por Instituto Geofísico del Perú (IGP), 2014.

2.2.3.6. LEYES DE ATENUACIÓN

Según (García, 2001, p.5) señala que “la atenuación es la capacidad del terreno para amortiguar el movimiento generado por las ondas sísmicas conforme éstas se alejan del foco sísmico”. Dado que las características constitutivas de las ondas sísmicas sufren cambios desde donde se producen hasta el sitio localizado, es necesario realizar modelos de atenuación que describan este efecto. (Mosquera, 2008) afirma que las leyes de atenuación son ecuaciones o expresiones semi-empíricas que se determinan a partir de la Magnitud-Distancia-Intensidad Sísmica, dichas palabras corresponden a la aceleración, la velocidad y la intensidad propiamente dicha del sismo. Los datos de estos parámetros son los que permiten la determinación de las leyes de atenuación.

Respecto a las ecuaciones de predicción de movimiento de suelo, para las Fuentes de subducción, fue usado la relación determinada por Youngs y para las fuentes continentales fue usada la relación derivada por Sadigh. Estas ecuaciones de predicción fueron coherentes con la tectónica y sismotectónica del Perú.

2.2.3.7. FUENTES DE SUBDUCCIÓN

El modelo de atenuación desarrollado por Youngs (1997) tiene como objetivo pronosticar el movimiento sísmico en regiones de subducción, abarcando tanto zonas interplacas como intraplacas. Para construir este modelo, se utilizaron registros de aceleración de terremotos ocurridos en lugares como Alaska, Chile, Japón, México, Perú e Islas Salomón, según lo informado por Quesquén en 2020.

Las características principales de este modelo incluyen:

- Un rango de periodos espectrales que va desde 0 hasta 3.
- Un rango válido de distancias que se extiende de 10 a 500 kilómetros.
- Un rango válido de magnitudes que va desde 5 hasta 8.5.
- Enfoque en regiones tectónicas de subducción.

Las ecuaciones (Ecuación 4, Ecuación 5) definidas por Youngs y su equipo en 1997 para la atenuación, tanto en roca como en suelos, son las siguientes:

Ecuación 4

Ley de Atenuación para roca.

$$\log(A_{m\acute{a}x}) = 0.2418 + 1.414M + C_1 + C_2(10 - M_W)^3 + C_3 \ln(r_{rup} + 1.781e^{0.554M_W}) + 0.0067H + 0.3846Z_t$$

Ecuación 5

Ley de Atenuación para suelo.

$$\ln(y) = 0.6687 + 1.438M + C_1 + C_2(10 - M_W)^3 + C_3 \ln(r_{rup} + 1.097e^{0.6147M}) + 0.00648H + 0.3643Z_t$$

Desviación estándar = $C_4 + C_5 M$ (para $M_W > 8.0$, se considera el de $M_W = 8.0$)

Donde:

- $A_{m\acute{a}x}$: Aceleración espectral (g)
- M_W : Magnitud momento
- r_{rup} : Distancia más cercana a la ruptura (km)
- H : Profundidad (km)
- Z_T : Tipo de fuente, 0 para interplaca y 1 para Intraplaca
- C_i : Donde $i = 1, 2, 3, 4$ y 5 son constantes que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4
 Valores de las constantes C_i para roca.

| Periodo (s) | C_1 | C_2 | C_3 | C_4 | C_5 |
|--------------|--------|--------|--------|-------|--------|
| 0 | 0.000 | 0.000 | -2.522 | 1.450 | -0.100 |
| 0.075 | 1.275 | 0.000 | -2.707 | 1.450 | -0.100 |
| 0.1 | 1.188 | -0.001 | -2.655 | 1.450 | -0.100 |
| 0.2 | 0.722 | -0.003 | -2.528 | 1.450 | -0.100 |
| 0.3 | 0.246 | -0.003 | -2.454 | 1.450 | -0.100 |
| 0.4 | -0.115 | -0.004 | -2.401 | 1.450 | -0.100 |
| 0.5 | -0.400 | -0.005 | -2.360 | 1.450 | -0.100 |
| 0.75 | -1.149 | -0.006 | -2.286 | 1.450 | -0.100 |
| 1 | -1.736 | -0.006 | -2.234 | 1.450 | -0.100 |
| 1.5 | -2.634 | -0.007 | -2.160 | 1.500 | -0.100 |
| 2 | -1.736 | -0.008 | -2.107 | 1.550 | -0.100 |
| 3 | -4.511 | -0.009 | -2.033 | 1.650 | -0.100 |

Nota. Esta tabla muestra los valores de las constantes C_i para roca para periodos desde 0 a 3 segundos. Adaptado de *Strong ground motion attenuation relationships for subduction zone earthquakes*, por Youngs, 1997.

2.2.3.8. FUENTES CORTICALES:

El modelo de atenuación propuesto por Sadigh (1997) se basa en datos recopilados de registros de aceleración de terremotos ocurridos en diversas ubicaciones, incluyendo California (EE. UU.), Gazli (Rusia, 1976), Tabas (Irán, 1978) y la URRS. Las leyes de atenuación derivadas de estos datos son aplicables a rocas y a depósitos de suelos firmes profundos, como se detalla en el trabajo de Quesquén (2020). Las características clave de este modelo incluyen:

- Un rango válido de distancias desde 0.1 hasta 200 kilómetros.
- Un rango válido de magnitudes entre 4 y 8.
- Considera la presencia de fallas activas en la corteza terrestre.

Las ecuaciones (Ecuación 6, Ecuación 7) que Sadigh (1997) estableció para la atenuación, tanto en roca como en suelos firmes profundos, son las siguientes:

Ecuación 6

Ley de Atenuación para roca.

$$\log(A_{\max}) = C_1 + C_2 M_W - C_3 (8.5 - M_W)^{2.5} + C_4 \ln[r_{rup} + e^{(C_5 + C_6 M_W)}] + C_7 \ln(r_{rup} + 2)$$

Ecuación 7

Ley de Atenuación para depósitos de suelos firmes profundos.

$$\log(A_{m\acute{a}x}) = C_1 + C_2M_W - C_3\ln(r_{rup} + C_4e^{c5M_W}) + C_6 + C_7(8.5 - M_W)^{2.5}$$

Donde:

- $A_{m\acute{a}x}$: Aceleración espectral (g)
- M_W : Magnitud momento
- r_{rup} : Distancia más cercana a la ruptura (km)
- C_i : Donde $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ y 7 son constantes que se obtienen de las Tablas 5 y 6, referenciadas de Sadigh (1997).

Tabla 5

Valores de las constantes C_i para $M \leq 6.5$.

| Periodo (s) | C_1 | C_2 | C_3 | C_4 | C_5 | C_6 | C_7 | $\sigma(M < 7.21)$ | $\sigma(M \geq 7.21)$ |
|--------------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------------------|-----------------------|
| 0 | -0.624 | 1.000 | 0 | -2.100 | 1.296 | 0.250 | 0.000 | 1.39 - 0.14 M | 0.38 |
| 0.070 | 0.11 | 1.000 | 0.006 | -2.128 | 1.296 | 0.250 | -0.082 | 1.40 - 0.14 M | 0.39 |
| 0.1 | 0.275 | 1.000 | 0.006 | -2.148 | 1.296 | 0.250 | -0.041 | 1.41 - 0.14 M | 0.40 |
| 0.2 | 0.153 | 1.000 | -0.004 | -2.080 | 1.296 | 0.250 | 0.000 | 1.43 - 0.14 M | 0.41 |
| 0.3 | -0.057 | 1.000 | -0.002 | -2.028 | 1.296 | 0.250 | 0.000 | 1.45 - 0.14 M | 0.42 |
| 0.4 | -0.298 | 1.000 | -0.028 | -1.990 | 1.296 | 0.250 | 0.000 | 1.48 - 0.14 M | 0.44 |
| 0.5 | -0.588 | 1.000 | -0.040 | -1.945 | 1.296 | 0.250 | 0.000 | 1.50 - 0.14 M | 0.47 |
| 0.75 | -1.208 | 1.000 | -0.050 | -1.865 | 1.296 | 0.250 | 0.000 | 1.52 - 0.14 M | 0.49 |
| 1 | -1.705 | 1.000 | -0.055 | -1.800 | 1.296 | 0.250 | 0.000 | 1.53 - 0.14 M | 0.52 |
| 1.5 | -2.407 | 1.000 | -0.065 | -1.725 | 1.296 | 0.250 | 0.000 | 1.53 - 0.14 M | 0.52 |
| 2 | -2.945 | 1.000 | -0.070 | -1.670 | 1.296 | 0.250 | 0.000 | 1.53 - 0.14 M | 0.52 |
| 3 | -3.700 | 1.000 | -0.080 | -1.610 | 1.296 | 0.250 | 0.000 | 1.53 - 0.14 M | 0.52 |
| 4 | -4.230 | 1.000 | -0.100 | -1.570 | 1.296 | 0.250 | 0.000 | 1.53 - 0.14 M | 0.52 |

Nota. Esta tabla muestra los valores de las constantes C_i para roca y suelos firmes para periodos desde 0 a 4 segundos para magnitud momento (M_w) menor a 6.5. Adaptado de *Attenuation relationship for shallow crustal earthquakes based on california strong motion data*, por Sadigh, 1997.

Tabla 6
Valores de las constantes C_i para $M > 6.5$.

| Periodo (s) | C_1 | C_2 | C_3 | C_4 | C_5 | C_6 | C_7 | $\sigma(M < 7.21)$ | $\sigma(M \geq 7.21)$ |
|-------------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------------------|-----------------------|
| 0 | -1.274 | 1.100 | 0 | -2.100 | -0.485 | 0.524 | 0.000 | 1.39 - 0.14 M | 0.38 |
| 0.070 | -0.540 | 1.100 | 0.006 | -2.128 | -0.485 | 0.524 | -0.082 | 1.40 - 0.14 M | 0.39 |
| 0.1 | -0.375 | 1.100 | 0.006 | -2.148 | -0.485 | 0.524 | -0.041 | 1.41 - 0.14 M | 0.40 |
| 0.2 | -0.497 | 1.100 | 0.004 | -2.080 | -0.485 | 0.524 | 0.000 | 1.43 - 0.14 M | 0.42 |
| 0.3 | -0.707 | 1.100 | -0.017 | -2.028 | -0.485 | 0.524 | 0.000 | 1.45 - 0.14 M | 0.44 |
| 0.4 | -0.948 | 1.100 | -0.028 | -1.990 | -0.485 | 0.524 | 0.000 | 1.48 - 0.14 M | 0.47 |
| 0.5 | -1.238 | 1.100 | -0.040 | -1.945 | -0.485 | 0.524 | 0.000 | 1.50 - 0.14 M | 0.49 |
| 0.75 | -1.858 | 1.100 | -0.050 | -1.865 | -0.485 | 0.524 | 0.000 | 1.52 - 0.14 M | 0.51 |
| 1 | -2.355 | 1.100 | -0.055 | -1.800 | -0.485 | 0.524 | 0.000 | 1.53 - 0.14 M | 0.52 |
| 1.5 | -3.057 | 1.100 | -0.065 | -1.725 | -0.485 | 0.524 | 0.000 | 1.53 - 0.14 M | 0.52 |
| 2 | -3.595 | 1.100 | -0.070 | -1.670 | -0.485 | 0.524 | 0.000 | 1.53 - 0.14 M | 0.52 |
| 3 | -4.350 | 1.100 | -0.080 | -1.610 | -0.485 | 0.524 | 0.000 | 1.53 - 0.14 M | 0.52 |
| 4 | -4.880 | 1.100 | -0.100 | -1.570 | -0.485 | 0.524 | 0.000 | 1.53 - 0.14 M | 0.52 |

Nota. Esta tabla muestra los valores de las constantes C_i para roca y suelos firmes para periodos desde 0 a 4 segundos para magnitud momento (M_w) mayor a 6.5. Adaptado de *Attenuation relationship for shallow crustal earthquakes based on california strong motion data*, por Sadigh, 1997.

2.2.3.9. CÁLCULO DEL PELIGRO SÍSMICO

El peligro sísmico se refiere a la probabilidad de que en un lugar específico se produzca un movimiento sísmico que genere una aceleración igual o superior a un valor dado. Sin embargo, es evidente que los sismos no son eventos independientes cuando se observan a lo largo del tiempo. Desde una perspectiva física, la acumulación de una gran cantidad de energía es necesaria para desencadenar un sismo de gran magnitud, lo que hace que sea poco probable que ocurran varios de estos eventos en cortos períodos de tiempo. Además, la presencia de réplicas después de un sismo principal es otro ejemplo que demuestra que los sismos no son independientes entre sí.

A pesar de estas observaciones, en los estudios de peligro sísmico se parte del supuesto de que la ocurrencia de los sismos sigue una distribución de Poisson.

Esto implica que:

- El número de eventos sísmicos en un intervalo de tiempo no depende del número que ocurre en otro intervalo de tiempo, es decir, los sismos se consideran eventos independientes.
- La probabilidad de que ocurra un evento sísmico en un intervalo de tiempo muy corto es proporcional a la longitud de ese intervalo de tiempo.
- La probabilidad de que ocurran más de un evento sísmico en un intervalo de tiempo muy corto es insignificante.

Este enfoque simplificado se utiliza en los estudios de peligro sísmico a pesar de las limitaciones en la representación de la realidad sísmica.

Utilizando esta teoría, es posible establecer que, si la aparición de un evento A está relacionada con la ocurrencia de otros eventos, E1, E2, ..., En, que son mutuamente excluyentes y que abarcan todas las posibilidades, entonces, según el teorema de la "probabilidad total", podemos expresar la probabilidad de que ocurra A de la siguiente manera (Ecuación 8):

Ecuación 8

Teorema de la "probabilidad total".

$$P(A) = \sum_i^n p\left(\frac{A}{E_i}\right) * P(E_i)$$

- Donde P(A/E_i) es la probabilidad condicional que A ocurra, dado que E_i ocurra.

La intensidad generalizada (I) de un sismo en el lugar fijado puede considerarse dependiente del tamaño del sismo (la magnitud o intensidad epicentral) y de la distancia al lugar de interés. Si el tamaño del sismo (S) y su localización (R) son considerados como variables aleatorias continuas y definidas por sus funciones de densidad de probabilidad, $f_s(s)$ y $f_R(r)$ respectivamente; entonces el peligro sísmico definido por la probabilidad que la intensidad I sea igual o mayor que una intensidad dada, será: P (I > i) y está dada por (Ecuación 9):

Ecuación 9

Peligro sísmico definido por probabilidad.

$$P(I \geq i) = \iint P[I / (s, r)] f_s(s) f_R(r) ds dr$$

Esta es la fórmula que sintetiza la teoría presentada por Cornell en 1968, la cual se utiliza para examinar el peligro sísmico (como se documenta en Castillo y Alva, 1993). La computación de esta integral es realizada por medio de los programas informáticos RISK y CRISIS, desarrollados por McGuire en 1976 y por Ordaz y sus colaboradores en 1999, respectivamente, en el contexto del cálculo de peligro sísmico.

Nivel de excedencia y confianza:

En el presente estudio, el nivel de excedencia (RISK) y la probabilidad extrema se definen como la probabilidad que, en un tiempo determinado (tiempo de vida útil) ocurra un sismo de intensidad $> a$. El nivel de excedencia se expresa como (Ecuación 10):

Ecuación 10

Nivel de excedencia.

$$RISK_t = 1 - e^{-\frac{t}{Ry(a)}}$$

Donde:

- t : tiempo de vida útil
- $Ry(a)$: periodo de retorno promedio en años de un sismo de intensidad $> a$

El nivel de confianza se expresa como:

$$\text{Nivel de confianza} = 1 - RISK_t$$

Periodo de retorno:

El periodo de retorno es el tiempo promedio de la recurrencia en años de un sismo que tiene una intensidad $> a$. Se relaciona con la probabilidad o nivel de excedencia mediante la siguiente expresión:

Ecuación 11

Periodo de retorno.

$$Ry(a) = -\frac{t}{\ln(1 - RISK_t)}$$

Donde:

- $Ry(a)$: Periodo de retorno promedio en años de un sismo de intensidad $> a$
- t : Tiempo de vida útil
- $RISK_t$: Probabilidad o nivel de excedencia Los movimientos de diseño que el ingeniero debe seleccionar están asociados a un nivel de excedencia suficientemente pequeño durante la vida útil de la edificación. En la Tabla 7 se muestran valores representativos de criterios empleados en la selección de movimientos sísmicos de diseño (Grases, 1989). La selección de los movimientos sísmicos depende del tipo de obra.

Tabla 7
Valores representativos de criterios empleados en la selección de movimientos sísmicos de diseño.

| Tipo de obra | Vida útil (t años) | Probabilidad de Excedencia | Tiempo de Retorno (años) |
|--|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Instalaciones esenciales con capacidad muy limitada para resistir deformaciones inelásticas y peligro de contaminación (contenedor de reactores nucleares). | 50 a 100 | 0.01 | >5.000 |
| Equipos de S/E eléctricas de alto voltaje. | 50 | 0.03 | 1.6 |
| Puentes o viaductos de arterias principales. | 100 | 0.10 | 950 |
| Tanques de almacenamiento de combustible. | 30 | 0.05 | 590 |
| Edificaciones para viviendas. | 50 | 0.10 0.20 | 225/500 |
| Construcciones temporales que no amenacen obras de importancia mayor. | 15 | 0.30 | 40 |

Nota. Esta tabla muestra los valores de vida útil probabilidad de excedencia y tiempo de retorno empleados en construcciones como edificaciones esenciales. puentes y viviendas. Adaptado de *Peligro Sísmico con fines de Ingeniería*, por Grases, 1989.

2.2.3.10. PROGRAMA CRISIS

El programa CRISIS 2007, desarrollado y actualizado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM (Ordaz, Aguilar y Arboleda, 2007), se utiliza para estimar la amenaza sísmica de un país, región o lugar específico mediante el método probabilístico PSHA (Quesquén, 2020). Este programa goza de reconocimiento a nivel global debido a sus numerosos beneficios, que incluyen su facilidad de uso y su capacidad para generar resultados y mapas de amenaza sísmica en plazos relativamente cortos. Sus características clave son las siguientes:

- Dispone de una interfaz gráfica didáctica que permite la creación de un modelo probabilista, tomando en cuenta las coordenadas (Latitud °, Longitud °, Profundidad [km]) de diversas fuentes sísmicas, ya sean de tipo área, lineales o puntuales.
- El programa evalúa el peligro sísmico para diferentes períodos de retorno y variados periodos estructurales.
- CRISIS-2007 se enfoca en considerar los efectos del sitio y las propiedades dinámicas del suelo en el cálculo de la amenaza sísmica.

2.2.4. VULNERABILIDAD SÍSMICA

2.2.4.1. DEFINICIÓN

La vulnerabilidad sísmica se refiere a la susceptibilidad de las estructuras y edificaciones a sufrir daños o colapsos como resultado de un terremoto o sismo. Esta vulnerabilidad está relacionada con una serie de factores que incluyen la calidad de la construcción, el diseño estructural, la calidad de los materiales utilizados y la ubicación geográfica de la estructura. A continuación, se describen estos aspectos clave relacionados con la vulnerabilidad sísmica:

- **Calidad de la construcción:** Las estructuras construidas con estándares de calidad inferior son más vulnerables a los daños sísmicos. La falta de refuerzo estructural, la mala calidad de los materiales y la construcción deficiente pueden aumentar significativamente la vulnerabilidad.
- **Diseño estructural:** El diseño de una estructura es fundamental para su capacidad de resistir un terremoto. Las estructuras diseñadas con consideraciones sísmicas, como refuerzos sísmicos y amortiguadores, son más resistentes.
- **Ubicación geográfica:** La vulnerabilidad sísmica también está influenciada por la ubicación de la estructura. Las áreas propensas a terremotos tienen un mayor riesgo sísmico. Sin embargo, incluso en regiones sísmicas, las condiciones del suelo pueden variar, lo que afecta la vulnerabilidad.
- **Tipo de edificio:** Diferentes tipos de edificaciones tienen diferentes niveles de vulnerabilidad sísmica. Por ejemplo, los edificios de concreto armado o albañilería confinada tienden a comportarse mejor que las edificaciones de adobe o mampostería similar.
- **Mantenimiento y conservación:** El estado de conservación de una estructura es un factor crítico. Las estructuras mal mantenidas o con problemas estructurales previos son más vulnerables a los daños durante un sismo.
- **Normativas de construcción:** Las normativas de construcción sísmica establecen estándares y requisitos que deben seguirse al diseñar y construir estructuras en áreas propensas a terremotos. El cumplimiento de estas normas puede reducir significativamente la vulnerabilidad sísmica.

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica es esencial para comprender y reducir el riesgo sísmico en áreas propensas a terremotos. Los ingenieros y expertos en

riesgos sísmicos realizan análisis detallados para determinar la vulnerabilidad de estructuras específicas y recomendar medidas de mitigación, como refuerzos estructurales o renovaciones, para mejorar la resistencia sísmica.

2.2.4.2. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Dentro de las principales características de las investigaciones sobre riesgo sísmico en ciudades es la necesidad de simplificar el método utilizada para determinar la vulnerabilidad sísmica en edificaciones, permitiendo su aplicación en áreas extensas o en conjuntos de estructuras numerosos. Aunque se podría emplear cualquier enfoque metodológico, es esencial considerar los costos relacionados, dado que sería bastante complicado aplicar metodologías de alta complejidad en ciudades de gran tamaño. Por lo tanto, resulta fundamental hallar una metodología que se adecúe a los objetivos de la investigación de riesgo sísmico, teniendo en cuenta el presupuesto y la información disponibles acerca de los elementos sujetos a estudio.

En este apartado se examinarán diversas técnicas vigentes que emplean parámetros de naturaleza subjetiva, con el fin de evaluar la vulnerabilidad sísmica o la solidez estructural de las construcciones. Por último, se describirá con más detalle la metodología del Índice de Vulnerabilidad seleccionada para este trabajo.

La aplicación de los estudios de vulnerabilidad en áreas urbanas debe abordar aspectos estructurales, funcionales, operativos y urbanos, con el fin de proporcionar información útil para la prevención de desastres, la planificación y el ordenamiento territorial. Estos estudios constituyen un punto de partida importante para la toma de decisiones relacionadas con la rehabilitación o demolición de edificios peligrosos, la ubicación de hospitales y centros de socorro en zonas específicas, así como el diseño de rutas alternativas de evacuación y acceso rápido para asistir a las áreas de mayor riesgo.

El primer paso en la evaluación de la vulnerabilidad consiste en definir claramente su naturaleza y alcance. Una vez que estos factores se han establecido, es posible evaluar la vulnerabilidad mediante una adecuada definición de la acción y la capacidad sísmica de la estructura.

2.2.4.2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

A continuación, se mencionan las metodologías comúnmente utilizadas para la evaluación de vulnerabilidad sísmica en estructuras y áreas urbanas.

2.2.4.2.1.1. MÉTODOS ANALÍTICOS O DIRECTOS

Estos métodos utilizan análisis matemáticos y computacionales para evaluar la respuesta sísmica de las estructuras. Se utilizan modelos y simulaciones numéricas para determinar la capacidad resistente de los edificios frente a un evento sísmico. Estos métodos requieren información detallada sobre las propiedades estructurales y geotécnicas de las edificaciones. Asimismo, estos enfoques solo se pueden aplicar a edificaciones que se pueden representar mediante modelos mecánicos y, por lo general, se utilizan para evaluar edificaciones esenciales ya que requieren análisis exhaustivo y generar modelizaciones complejas, por lo que resultarían poco prácticos para evaluaciones de escenarios de riesgo sísmico de entornos urbanos.

2.2.4.2.1.2. MÉTODOS INDIRECTOS O DE ÍNDICES DE VULNERABILIDAD

Esta metodología utiliza un conjunto de parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica de un edificio o estructura. Se consideran aspectos como la calidad de la construcción, la resistencia estructural, la ubicación geográfica y la capacidad de respuesta ante un terremoto. Se asignan valores numéricos a cada parámetro y se calcula un índice de vulnerabilidad que indica el nivel de riesgo. Estos métodos fueron inicialmente diseñados para realizar evaluaciones sísmicas específicamente en edificaciones ubicadas en áreas urbanas.

2.2.4.2.1.3. MÉTODOS BASADOS EN EXPERTOS

Estos métodos involucran la opinión y experiencia de expertos en ingeniería sísmica. Los expertos evalúan la vulnerabilidad de las estructuras mediante la consideración de diversos factores, como la edad de los edificios, materiales de construcción, diseño estructural, entre otros. Esta metodología puede ser útil cuando la información detallada sobre las estructuras es limitada.

2.2.4.2.1.4. EVALUACIONES VISUALES Y DE CAMPO

Estas evaluaciones se basan en inspecciones visuales realizadas en el terreno para identificar posibles deficiencias en las estructuras que las hagan más vulnerables a los sismos. Se consideran aspectos como grietas, deterioro de materiales, irregularidades en la construcción, entre otros. También se pueden recolectar datos sobre la calidad de construcción y características estructurales.

2.2.4.2.1.5. MÉTODOS BASADOS EN REGISTROS SÍSMICOS

Estos métodos utilizan datos de terremotos pasados registrados por estaciones sísmicas para evaluar la vulnerabilidad sísmica. Los registros sísmicos proporcionan información valiosa sobre la respuesta real de las estructuras ante eventos sísmicos reales, lo que ayuda a comprender su comportamiento y determinar su vulnerabilidad.

Es importante destacar que cada metodología tiene sus ventajas y limitaciones, y su elección depende de la disponibilidad de datos, recursos y objetivos específicos del estudio de vulnerabilidad sísmica. Además, es común combinar varias metodologías para obtener una evaluación más completa y precisa.

2.2.4.2.2. DESCRIPCION DE VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LOS MÉTODOS EXAMINADOS

Con el objetivo de seleccionar una metodología adecuada para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas en el P.J. San Juan de la ciudad de Chimbote, se examinaron los métodos indirectos tomando en cuenta sus las ventajas y limitaciones de cada uno, excluyendo los enfoques analíticos o directos. Esto se debió a la potencial falta de información estructural suficiente sobre las viviendas en estudio, el tiempo considerable requerido para realizar modelizaciones estructurales detallados de cada vivienda y otras razones que llevaron a descartar estos métodos.

Los aspectos más importantes que se tomaron en cuenta para elegir la metodología apropiada en la zona de estudio fueron los siguientes: disponibilidad de la información necesaria para su desarrollo, facilidad de aplicación en la diversidad de tipologías estructurales presentes en el P.J. San

Juan, experiencias previas en otras ciudades donde se haya utilizado la metodología y previo uso de funciones de vulnerabilidad asociadas, con el fin de relacionar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas con su índice de daño probable.

Por lo tanto, se examinaron las siguientes metodologías:

2.2.4.2.2.1. MÉTODOLÓGÍA DEL ATC-14

El Método del ATC-14 es una metodología utilizada para evaluar la vulnerabilidad sísmica de edificios. desarrollado por el Applied Technology Council "Evaluating the Seismic Resistance of Existing Buildings", en 1987. Este enfoque se basa en una serie de criterios de evaluación, como la calidad de construcción, el tipo de suelo y la ubicación geográfica de la estructura. A través de inspecciones visuales de los elementos estructurales, se asigna un índice de vulnerabilidad numérico a cada edificio, que indica su susceptibilidad a sufrir daños durante un terremoto. El método proporciona una forma simplificada y práctica de evaluar la vulnerabilidad sísmica, permitiendo identificar las estructuras más propensas a sufrir consecuencias negativas y enfocar los esfuerzos de mitigación en áreas de mayor riesgo.

Ventajas:

El Método del ATC-14 presenta varias ventajas significativas para evaluar la vulnerabilidad sísmica en edificaciones:

- Simplificación: Metodología simplificada para la evaluación rápida y eficiente de vulnerabilidad sísmica en edificaciones, al ser especialmente útil para estudios a gran escala o en áreas con un gran número de estructuras.
- Enfoque visual: Se basa en inspecciones visuales de los elementos estructurales, lo que simplifica el proceso de evaluación y no requiere análisis estructurales complejos.
- Identificación de prioridades: Permite identificar rápidamente las estructuras más vulnerables y prioritarias en términos de mitigación de riesgos y asignación de recursos.

Limitaciones:

A pesar de sus ventajas, el Método del ATC-14 también presenta algunas limitaciones para tener en cuenta:

- Simplificación excesiva: Debido a su enfoque simplificado, el método puede no capturar completamente todos los parámetros para determinar su vulnerabilidad sísmica en un edificio. Al no considerar ciertos factores o detalles estructurales, podría haber una falta de precisión en la evaluación.
- Falta de análisis detallado: El método no implica un análisis estructural detallado ni un modelado riguroso de las características del edificio. Esto puede limitar su capacidad para capturar elementos complejos o específicos que pueden influir en la vulnerabilidad sísmica.
- Datos limitados: La disponibilidad de datos precisos y completos sobre la calidad de construcción, el tipo de suelo y otros factores puede ser limitada. Esto puede afectar la precisión de la evaluación y la confiabilidad de los resultados obtenidos.
- No considera interacción estructura-suelo: El método no aborda la interacción compleja entre la estructura y el suelo en el que se encuentra. Esto puede influir en la respuesta sísmica y, por lo tanto, afectar la evaluación de la vulnerabilidad.

2.2.4.2.2.2. MÉTODO NAVFAC

El método NAVFAC, también conocido como Método de Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de las Instalaciones del Departamento de la Armada de los Estados Unidos (NAVFAC, por sus siglas en inglés), es una metodología utilizada para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las instalaciones militares y civiles.

Este método se basa en un enfoque sistemático que incluye la recopilación de datos sobre la estructura, el análisis de la capacidad sísmica y la evaluación del desempeño de la estructura durante un evento sísmico. Se utilizan criterios de evaluación específicos, como la capacidad de carga, la

resistencia estructural y la funcionalidad, para determinar el nivel de vulnerabilidad de una instalación.

Ventajas:

- Enfoque integral: El método tiene un enfoque holístico que considera múltiples aspectos, como la capacidad de carga, la resistencia estructural y la funcionalidad de la instalación. Esto proporciona una evaluación completa de la vulnerabilidad sísmica.
- Basado en estándares de diseño y construcción: El Método NAVFAC se basa en los estándares de diseño y construcción aplicables, lo que garantiza que se tengan en cuenta los criterios de seguridad y resistencia sísmica adecuados.
- Adaptabilidad: El método es adaptable y puede aplicarse a diferentes tipos de instalaciones, ya sean militares o civiles, para evaluar su vulnerabilidad sísmica. Esto lo hace versátil y ampliamente aplicable.

Limitaciones:

- Complejidad y recursos requeridos: El método puede ser complejo de implementar y requiere recursos significativos, incluyendo expertos en ingeniería estructural y acceso a datos detallados sobre la construcción y los materiales utilizados en las instalaciones. Esto puede dificultar su aplicación en situaciones donde los recursos son limitados.
- Dependencia de datos precisos: La precisión de los resultados del Método NAVFAC depende en gran medida de la disponibilidad de datos precisos y completos sobre la construcción, la calidad de los materiales, las condiciones del suelo y otros factores relevantes. La falta de datos confiables puede afectar la calidad de la evaluación y la precisión de los resultados.
- Limitaciones en la evaluación de instalaciones existentes: El Método NAVFAC está diseñado principalmente en la evaluación de vulnerabilidad sísmica en instalaciones nuevas durante su etapa de

diseño y construcción. Puede ser menos adecuado para evaluar instalaciones existentes que pueden tener características y condiciones diferentes.

2.2.4.2.2.3. METODOLOGÍA FEMA-178

La metodología FEMA-178, también conocido como "Rapid Visual Screening" (RVS), es una metodología propuesta por la Agencia Federal de Gestión de Emergencias (Federal Emergency Management Agency o FEMA, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos. Este enfoque se utiliza para realizar una evaluación rápida y visual de vulnerabilidad sísmica en construcciones existentes.

La metodología FEMA-178 se basa en la inspección visual de los elementos estructurales clave y otros factores de riesgo, como la ubicación geográfica, la calidad de construcción y la ocupación del edificio. Mediante una serie de criterios de evaluación predefinidos, se asigna un nivel de vulnerabilidad a cada edificio, lo que permite una clasificación rápida y general de su susceptibilidad a daños por terremotos.

Ventajas:

- Rápido y eficiente: El método RVS permite realizar evaluaciones rápidas y visuales de vulnerabilidad sísmica en edificaciones, siendo especialmente útil cuando se necesita evaluar un gran número de edificios o en situaciones de respuesta de emergencia, donde el tiempo es crítico.
- No se requieren conocimientos técnicos especializados: El método RVS se basa en la inspección visual de los edificios y no requiere conocimientos técnicos especializados en ingeniería estructural. Esto facilita su aplicación por parte de personal no especializado en evaluación sísmica.
- Identificación de edificios más vulnerables: A través de la clasificación de los edificios en diferentes niveles de vulnerabilidad, el método RVS permite identificar rápidamente los edificios más susceptibles a daños sísmicos y priorizar las acciones de mitigación.

Limitaciones:

- Evaluación visual limitada: El método se basa en una evaluación visual rápida de los edificios, lo que puede no capturar todos los aspectos relevantes de la vulnerabilidad sísmica. No se realizan análisis estructurales detallados ni se consideran todos los factores que podrían influir en la capacidad sísmica de un edificio.
- Subjetividad de la evaluación: La evaluación visual está sujeta a cierto grado de subjetividad, ya que depende de la interpretación y experiencia del evaluador. Esto puede conducir a resultados inconsistentes entre diferentes evaluadores y dificultar la comparación de resultados.
- Falta de cuantificación precisa: El método RVS no proporciona una cuantificación precisa de vulnerabilidad sísmica en edificaciones. Solo clasifica los edificios en niveles de vulnerabilidad relativa, lo que limita la capacidad de tomar decisiones basadas en datos cuantitativos.

2.2.4.2.2.4. METODOLOGÍA DE LA AIS

La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), en su publicación "Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas de Mampostería", incluye un capítulo II que describe un método para evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica de viviendas construidas con mampostería.

Ventajas:

- El documento publicado por la AIS, "Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas de Mampostería", aborda claramente los aspectos que influyen en la vulnerabilidad en edificaciones. Estos aspectos incluyen la forma de la edificación, los características constructivas y estructurales.
- La metodología propuesta en el manual es claro y comprensible, evitando términos técnicos o confusos, por lo que es muy útil tanto en la autoconstrucción como para viviendas informales que no cuentan con un supervisor profesional. La autoconstrucción es frecuente en nuestro medio ya que ha sido ampliamente utilizada en todo el país.

Documentos como este fomentan la mejora de las técnicas constructivas y la respuesta estructural ante un probable sismo, esto sin aumentar excesivamente los costos de la vivienda.

Limitaciones:

- Este enfoque metodológico no establece una relación directa entre los daños sísmicos en la estructura y su vulnerabilidad en sí misma. En cambio, utiliza una escala que clasifica la vulnerabilidad en niveles que van desde baja hasta alta. Esta clasificación se basa en diversos factores que se evalúan, pero no se realiza una vinculación específica entre el daño y la vulnerabilidad en términos cuantitativos.
- La metodología se enfoca en determinar el nivel general de vulnerabilidad sísmica de la edificación, sin proporcionar una medida precisa del daño que podría experimentar cuando ocurra un sismo.

2.2.4.2.2.5. MÉTODOLÓGÍA DE ÍNDICES DE VULNERABILIDAD

El método de los índices de vulnerabilidad es una técnica utilizada en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de estructuras o sistemas. Consiste en asignar valores numéricos a diferentes parámetros relacionados con la capacidad de resistencia de la estructura frente a un evento sísmico y la exposición a dicho evento. Estos parámetros pueden incluir características geométricas, materiales de construcción, diseño estructural, ubicación geográfica, entre otros.

Una vez asignados los valores a los parámetros, se realiza un cálculo o combinación ponderada de los mismos para obtener un índice de vulnerabilidad. Este índice puede expresarse en una escala numérica o mediante categorías que indican el nivel o grado de vulnerabilidad de la estructura, en categorías que varían en baja, media o alta vulnerabilidad.

El método de índices de vulnerabilidad permite una evaluación rápida y simplificada de vulnerabilidad sísmica, lo que lo hace especialmente útil en estudios a gran escala, como evaluaciones de ciudades o regiones. Sin embargo, es importante tener en cuenta que es una aproximación general y no reemplaza análisis más detallados o modelos estructurales complejos.

Ventajas:

- Simplicidad y rapidez: Este método permite una evaluación rápida y simplificada de la vulnerabilidad de las estructuras. La asignación de valores numéricos a los parámetros y el cálculo del índice pueden realizarse de manera relativamente sencilla, lo que facilita su aplicación en estudios a gran escala.
- Eficiencia en recursos: Debido a su simplicidad, el método de los índices de vulnerabilidad requiere menos recursos en términos de tiempo y costos en comparación con análisis más detallados o modelos estructurales complejos. Es especialmente útil cuando se deben evaluar grandes cantidades de estructuras en un tiempo limitado.
- Comunicación efectiva: Los resultados obtenidos a través del método de los índices de vulnerabilidad son fácilmente comprensibles y pueden comunicarse de manera efectiva a diversos actores, como autoridades, propietarios de estructuras o la comunidad en general. Esto facilita la toma de decisiones y la implementación de medidas de mitigación.
- Identificación de prioridades: Los índices de vulnerabilidad permiten clasificar las estructuras en función de su nivel de vulnerabilidad, lo que ayuda a identificar aquellas que requieren una atención prioritaria en términos de mejoras estructurales o medidas de mitigación.
- Evaluación comparativa: Al asignar valores numéricos, el método de los índices de vulnerabilidad permite realizar comparaciones entre diferentes estructuras o áreas geográficas. Esto puede ayudar en la identificación de patrones, la elaboración de estrategias de mitigación a nivel macro y la asignación de recursos de manera más efectiva. Es importante tener en cuenta que la metodología de índices de vulnerabilidad tiene limitaciones, por lo que no reemplaza análisis más detallados o modelos estructurales avanzados.

Limitaciones:

- Dado que este enfoque se ha desarrollado principalmente pensando en edificios europeos que a menudo emplean muros de piedra y

considerando también que la calidad de la construcción es más rigurosa en ese contexto, es esencial adaptar el método para que se ajuste a nuestras condiciones locales sin perder su esencia fundamental. Esto implica conservar los mismos 11 parámetros, pero ajustándolos de acuerdo con las particularidades de nuestras formas de construcción y materiales, de modo que se cumplan los requisitos de nuestras regulaciones.

2.2.4.2.3. METODOLOGÍA SELECCIONADA PARA LA EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

En esta investigación se utilizó la Metodología de los índices de vulnerabilidad propuesta por Benedetti - Petrini en 1982 con el fin de evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones en el P.J. San Juan.

Se consideraron varias razones al elegir esta metodología:

- **Datos reales de daños:** La metodología se basa en la utilización de datos reales de daños causados debido a eventos sísmicos, lo que le otorga una base fundamentada en la realidad y aumenta su fiabilidad.
- **Aplicación a nivel urbano:** La metodología ha sido diseñada para ser aplicada en estudios a nivel urbano, lo que la hace adecuada para evaluar la vulnerabilidad de un conjunto de edificaciones en un área determinada, como en el caso del P.J. San Juan.
- **Experiencia y adopción oficial:** Esta metodología se fundamentó en información de daños en construcciones ocasionados por sismos a partir de mediados de la década de 1970. Además, se respalda con la experiencia de su aplicación en varias ciudades de Italia, con resultados exitosos, y fue oficialmente adoptada por una entidad gubernamental de Protección Civil llamada Gruppo Nazionale Per La Difesa Dei Terremoti (GNDT), lo que respalda su eficacia y confiabilidad. Esto condujo a la creación de una amplia base de datos que incluye el índice de vulnerabilidad y los daños sufridos en diferentes niveles de intensidad sísmica. Mediante el cálculo de funciones de vulnerabilidad, se logró establecer una relación precisa entre el índice de vulnerabilidad y los daños observados.

- **Aplicación en otros países:** Ha sido utilizada en España durante los sismos de Almería en 1993 y 1994, así como en el sismo de Murcia en 1999, lo que demuestra su aplicabilidad en diferentes contextos y eventos sísmicos.
- **Amplia aplicación en diversos trabajos:** Ha sido empleada en numerosos trabajos y estudios, tanto a nivel nacional como internacional, por diferentes investigadores y equipos, lo que confirma su reconocimiento y aceptación en la comunidad científica.
- **Aplicación en ciudades peruanas:** Ha sido aplicada exitosamente en ciudades como Ayacucho, Lima y Chiclayo. Esto ha contribuido a obtener datos de vulnerabilidad sísmica y posteriormente niveles de riesgo sísmico para diversos escenarios de daño y cumplir con el objetivo general de la investigación.

Estas razones destacan la idoneidad y confiabilidad de la metodología del Índice de Vulnerabilidad propuesto por Benedetti & Petrini para evaluar la vulnerabilidad sísmica en el P.J. San Juan, respaldada por datos reales, experiencia previa y aplicaciones exitosas tanto a nivel nacional como internacional.

2.2.4.3. MÉTODO DE LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA (BENEDETTI Y PETRINI, 1982)

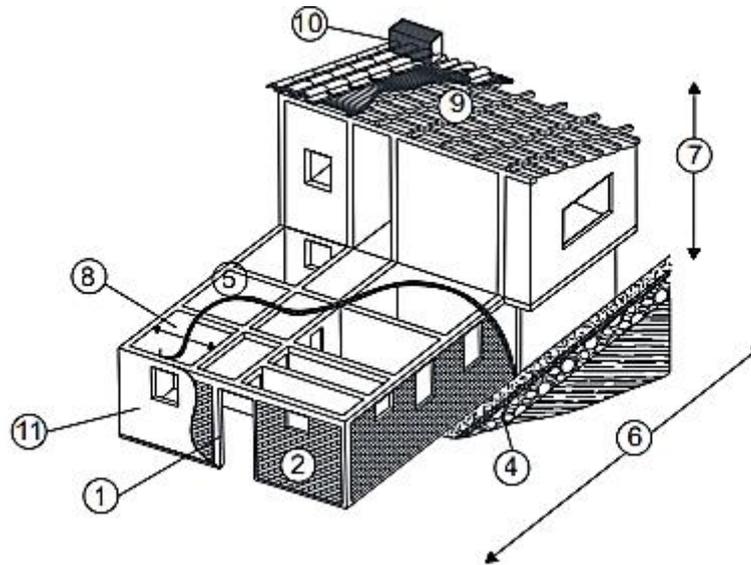
Metodología desarrollada por los investigadores italianos Benedetti y Petrini en 1982, su empleo se basa fundamentalmente en la evaluación mediante índices de vulnerabilidad (I_v), conformada por 11 parámetros importantes, para determinar si la vivienda presenta una respuesta adecuada ante un evento sísmico (Gillio y Quispe, 2021). En la actualidad, el método ha sido adaptado para satisfacer las necesidades y condiciones específicas de cada país en términos geográficos y constructivos.

Este enfoque se emplea para la evaluación de construcciones que incluyen tanto estructuras de mampostería (como adobe y albañilería) como edificaciones de concreto armado. Se evalúan un total de 11 parámetros para determinar la vulnerabilidad sísmica. (Figura 14).

- Organización del sistema resistente.
- Calidad del sistema resistente.
- Resistencia convencional.
- Posición del edificio y cimentación.
- Diafragma horizontal.
- Configuración en planta.
- Configuración en elevación.
- Distancia o separación máxima entre muros.
- Tipo de cubierta.
- Elementos no estructurales.
- Estado de conservación,

Todos los once parámetros se categorizan mediante cuatro clasificaciones (A, B, C, D), donde A representa el nivel óptimo (menor vulnerabilidad) y D representa el nivel más desfavorable (mayor vulnerabilidad) de la estructura. Asimismo, cada una de estas clases se evaluará mediante indicadores medidos en campo a través de encuestas. La determinación del índice de vulnerabilidad (I_v) se sustenta en la conexión entre el nivel de vulnerabilidad de los 11 parámetros y su correspondiente grado de relevancia, los cuales fueron establecidos a partir de evaluaciones de especialistas.

Figura 14
Parámetros considerados para evaluar los índices de vulnerabilidad sísmica.



- | | |
|---|--|
| (1) Organización del sistema resistente | (7) Configuración en elevación |
| (2) Calidad del sistema resistente | (8) Separación máxima entre muros o columnas |
| (3) Resistencia convencional | (9) Tipo de cubierta |
| (4) Posición del edificio y cimentación | (10) Elementos no estructurales |
| (5) Diafragma horizontal | (11) Estado de conservación |
| (6) Configuración en planta | |

Nota. Esta figura muestra los 11 parámetros de evaluación de vulnerabilidad sísmica del método Benedetti-Petrini (1982) representado en los elementos que conforman la edificación. Adaptado de *Índices de vulnerabilidad sísmica para edificaciones de mampostería* (p.152), por Maldonado, 2007.

La totalidad de edificaciones en el área de estudio pertenecen a edificaciones de la tipología de albañilería por lo que, en lo siguiente, la línea metodológica estará enfocada a este tipo de edificaciones.

2.2.4.3.1. MÉTODO DE LOS INDICES DE VULNERABILIDAD PARA EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA

A continuación, se muestra el peso (W_i) asignado a cada parámetro, que refleja su importancia (Tabla 8). La suma total de los productos de la multiplicación de cada parámetro por su respectiva clase K_i proporciona valores máximos de índices de vulnerabilidad (I_v) de 382.5 y valores mínimos de 0. (Quesquén, 2020)

Tabla 8
Método de los índices de vulnerabilidad para edificaciones de albañilería.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso |
|----|---|--------------|----|----|----|------|
| | | A | B | C | D | Wi |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 |

Nota. Esta tabla muestra los puntajes asignados a cada parámetro dependiendo del nivel de vulnerabilidad clasificados desde menos vulnerable (A) al más vulnerable (D), así como también el valor del peso o influencia de cada parámetro. Adaptado de *Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: Prioste di un método di valutazione*, por Benedetti y Petrini, 1984.

Luego del cálculo de los valores de cada parámetro “Ki” de la Tabla 8, el índice de vulnerabilidad se calcula utilizando la Ecuación 12:

Ecuación 12
Cálculo del Índice de vulnerabilidad (Iv).

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i * W_i$$

Donde:

- Ki = Valor asignado por calificación.
- Wi = Valor del coeficiente de peso.
- Iv = Índice de vulnerabilidad

Estos valores de Índice de vulnerabilidad (Iv) a su vez se normalizan a valores de Índice de vulnerabilidad normalizado (Ivn) entre 0 y 100, los valores entre 0 y 20 reflejan una vulnerabilidad baja, entre 20 y 40 una vulnerabilidad media

y entre 40 y 100 una vulnerabilidad alta. La ecuación que permite normalizar el Iv a un Ivn se muestra en la Ecuación 13.

Ecuación 13

Cálculo del Índice de vulnerabilidad normalizado (Ivn) para edificaciones de albañilería.

$$I_{vn} = 100 * \frac{Iv}{382.5}$$

Donde:

- Ivn = Índice de Vulnerabilidad Normalizado.
- Iv= Valor total del Índice de Vulnerabilidad.

Finalmente, después de haber determinado el índice de vulnerabilidad normalizado (Ivn), el cual varía entre 0 a 100, clasificamos su correspondiente nivel de vulnerabilidad, de acuerdo con la Tabla 9. Las categorías de nivel de vulnerabilidad se tomaron a partir de la investigación realizada por Quispe (2004).

Tabla 9

Clasificación por Niveles de Vulnerabilidad.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (Ivn) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|--------------------------------|
| $0 \leq Ivn < 20$ | Baja |
| $20 \leq Ivn < 40$ | Media |
| $40 \leq Ivn \leq 100$ | Alta |

Nota. Esta tabla muestra la asignación del nivel de vulnerabilidad clasificados de acuerdo con los intervalos de valores del índice de vulnerabilidad normalizado (Ivn). Adaptado de *Evaluación del riesgo Sísmico en la Ciudad de Ayacucho*, por Quispe, 2004.

2.2.4.3.2. ADAPTACIÓN DEL MÉTODO DE LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD

El método del índice de vulnerabilidad propone un conjunto de once (11) parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en el P.J. San Juan, Chimbote. Con el fin de determinar si estos parámetros eran adecuados para la evaluación, se realizó una comparación con las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones. Se encontró que, en su mayoría, el método del Índice de Vulnerabilidad cumple con los requisitos establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones. Por ello, los parámetros descritos

anteriormente tienen que regirse a las normas propias de cada región, por eso se realizó una adaptación a la realidad peruana. En la Tabla 10 se indica los componentes del RNE que se emplearon en la evaluación de los parámetros del Índice de Vulnerabilidad.

Tabla 10

Relación entre el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú con los parámetros definidos originalmente en el método italiano de los Índices de Vulnerabilidad sísmica.

| PARAMETROS DE LOS INDICES DE VULNERABILIDAD | | REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES DEL PERÚ |
|---|--------------------------------------|---|
| 1 | Organización del sistema resistente. | Correctos criterios constructivos de estructuración en albañilería. Norma E-070; capítulo 6. |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | Calidad del material y proceso constructivo. Norma E-070. Especificaciones generales. |
| 3 | Resistencia Convencional. | Factores sismorresistentes. Norma E-070, y norma E-030; parámetros sísmicos (Z, U, S, C, R) |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | Condiciones Geotécnicas: tipo de suelo: rígido, blando, intermedio y flexible. Norma E-030 y E- 050. |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | Consideraciones para diafragmas. Norma E-030, E-060, E-070. |
| 6 | Configuración en Planta. | Configuración estructural. (Irregularidades estructurales en planta). Norma E-030 -Cap. 03. |
| 7 | Configuración en Elevación. | Configuración estructural. (Irregularidades estructurales en altura). Norma E-030 -Cap. 03. |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | Densidad de muros en las edificaciones. Norma E-070, artículo 19. |
| 9 | Tipo de Cubierta. | Calidad en la unión de la cobertura liviana con el sistema resistente. |
| 10 | Elementos no estructurales. | Conexión de los elementos no estructurales. Consideraciones de los muros no portantes (cercos, parapetos y tabiquería); norma E-070 (cap. 9 y cap. 10). |
| 11 | Estado de conservación. | Situación actual de la estructura. |

Nota. Esta tabla muestra la relación entre el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú con los parámetros definidos originalmente en el método italiano de los Índices de Vulnerabilidad sísmica, las cuales fueron empleados en la presente investigación.

Las consideraciones de evaluación para cada parámetro en el enfoque de índices de vulnerabilidad propuesto por Benedetti y Petrini, están relacionados con los estándares especificados en la normativa peruana tanto para estructuras de adobe, albañilería y concreto armado. Además, se realizaron ajustes en la mayoría de las consideraciones a evaluar de cada parámetro para asegurar que

no se alteraran los niveles de clasificación del método original. No se agregaron nuevos parámetros en esta investigación en comparación con el método original del Índice de Vulnerabilidad. La Tabla 11 proporciona una lista completa de los factores que se consideraron en la presente investigación.

Tabla 11

Lista de parámetros a considerar según el método de los índices de vulnerabilidad utilizados en la presente investigación para evaluar el estado estructural de las edificaciones.

| Nº | PARÁMETROS DE VULNERABILIDAD |
|----|--------------------------------------|
| 1 | Organización del Sistema resistente. |
| 2 | Calidad del sistema resistente. |
| 3 | Resistencia Convencional. |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. |
| 5 | Diafragmas Horizontales. |
| 6 | Configuración en Planta. |
| 7 | Configuración en Elevación. |
| 8 | Separación máxima entre los muros. |
| 9 | Tipo de Cubierta. |
| 10 | Elementos no estructurales. |
| 11 | Estado de conservación. |

Nota. Esta tabla muestra la lista de los parámetros del Método Benedetti-Petrini que fueron empleadas para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas del P.J. San Juan.

2.2.4.3.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE VULNERABILIDAD Y ASIGNACIÓN DE CATEGORÍAS

Se tomaron en cuenta diversos factores al asignar las categorías A, B, C y D a cada uno de los elementos de la metodología. Estos factores abarcaron la información contenida en el enfoque original, las recomendaciones establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.), investigaciones previas e inspecciones en campo.

El método propuesto permite evaluar la vulnerabilidad sísmica de las construcciones mediante la consideración de 11 factores específicos según lo detallado en la metodología. Cada uno de estos factores se subdivide en las

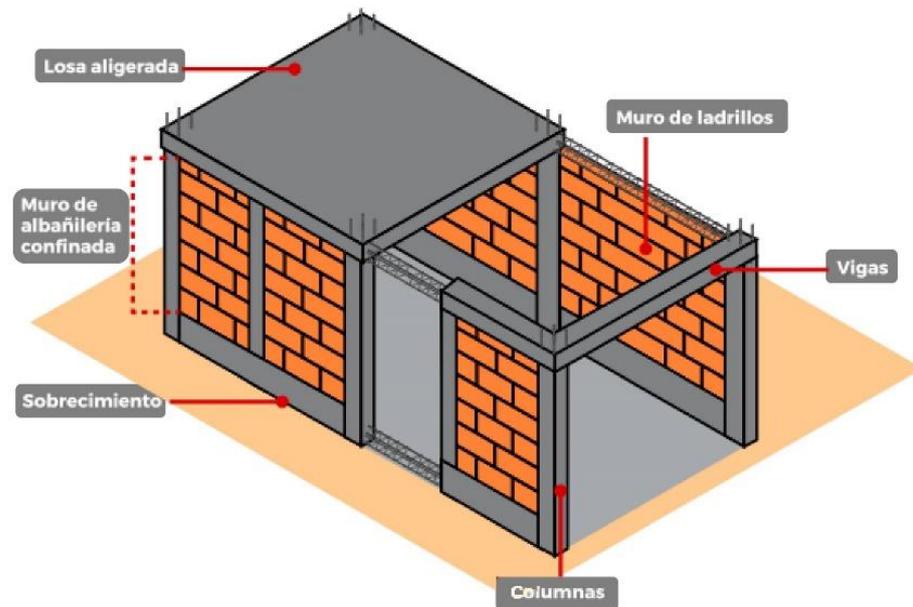
categorías A, B, C y D, y cada categoría representa un nivel de vulnerabilidad diferente, que varía desde A (no vulnerable) hasta D (altamente vulnerable).

A continuación, se proporcionarán explicaciones detalladas sobre el respaldo teórico de cada uno de estos factores.

2.2.4.3.3.1. PARÁMETRO N° 1: ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

Este parámetro evalúa el nivel de organización del sistema estructural de albañilería confinada existente (Figura 15), el cual consiste en la superposición de ladrillos fuertemente unidos entre sí por el mortero, y en cuyo perímetro se han colocado elementos de confinamiento verticales (columnas de amarre) y horizontales (viga solera), los cuales se unen sólidamente al muro.

Figura 15
Sistema de Albañilería Confinada.



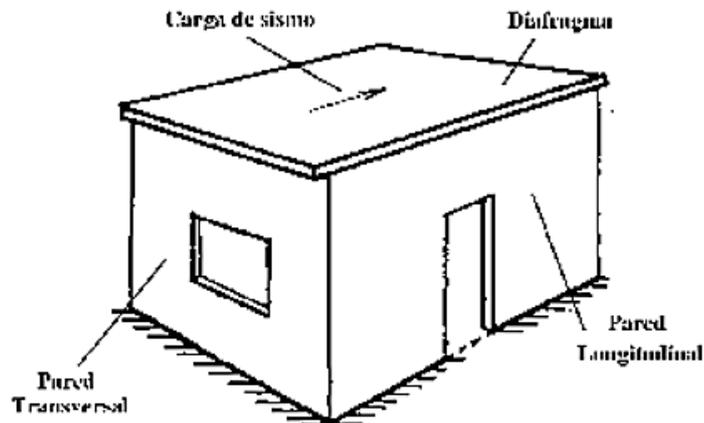
Nota. Esta figura muestra los elementos estructurales que conforman una edificación construida mediante el sistema de albañilería confinada. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p. 15), por Aceros Arequipa, 2023.

De esta manera en este parámetro se analizan los elementos verticales centrándose en la presencia y eficacia de la conexión entre las paredes ortogonales para garantizar el comportamiento estructural tipo "cajón", formando un conjunto totalmente monolítico (Figura 16). Dicho comportamiento ocurre cuando, en caso de existir diafragma rígido, la

fuerza de inercia del techo se distribuye en proporción directa con las rigideces de las paredes en la dirección de dicha fuerza, la cual es resistida casi en su totalidad por las paredes longitudinales.

Figura 16

Comportamiento de las paredes en disposición “de cajón”.



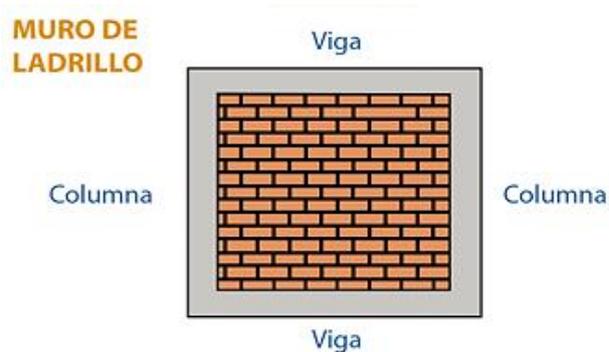
Nota. Esta figura muestra el comportamiento de las paredes longitudinal, transversal y el y diafragma (losa) de una edificación ante una carga de sismo. Adaptado de *Construcciones sometidas a sismos* (p.138), por Hasbun, 2001.

En caso de diafragma flexible en el techo, cada pared resiste la fuerza de inercia de la porción del techo a la que le proporciona soporte vertical. En cualquier caso, cada pared debe resistir su propia fuerza de inercia.

Asimismo, se evalúa si los muros portantes están adecuadamente enmarcados en los cuatro lados con elementos de concreto armado, como vigas y columnas (Figura 17).

Figura 17

Elementos del muro portante.



Nota. Esta figura muestra los elementos (columna y viga) que confinan el muro portante. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.16), por Aceros Arequipa, 2023.

El muro de albañilería divide o limita espacios al interior de la vivienda; soporta las cargas de gravedad, es decir, el peso de los materiales, personas, etc. y soporta las cargas sísmicas (Figura 18).

Figura 18
Cargas en el muro portante.



Nota. Esta figura representa la acción de las cargas de gravedad y de las cargas sísmica en el muro portante. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.18), por Aceros Arequipa, 2023.

Las columnas o elementos de confinamiento vertical tienen como función principal aumentar la capacidad de deformación o flexión del muro ante la fuerza sísmica. Por lo tanto, si se diseñan y construyen las columnas en forma adecuada, el muro tendrá una buena resistencia para soportar los efectos de un sismo (Figura 19).

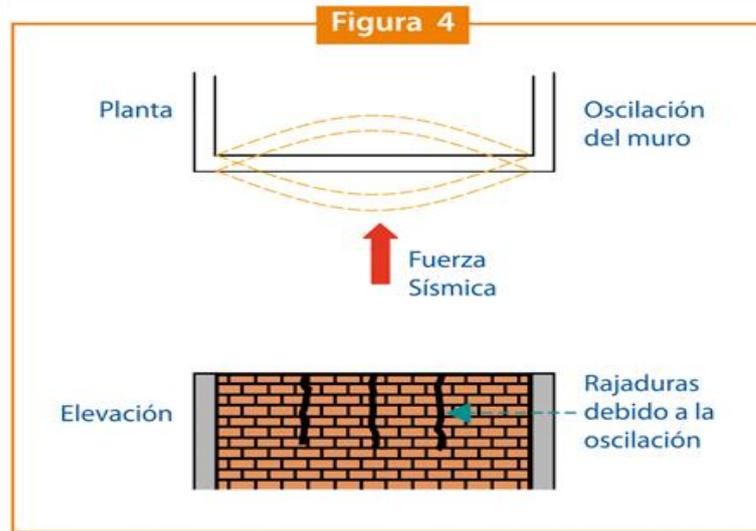
Figura 19
Relación entre las columnas y efecto sísmico en el muro portante.



Nota. Esta figura muestra las diferencias de la acción de la fuerza sísmica sobre un muro sin columnas de confinamiento y entre otro que si está confinado. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.17), por Aceros Arequipa, 2023.

Respecto a las vigas soleras y a las vigas de amarre tienen como función evitar rajaduras en el muro, impidiendo que éste oscile o vibre libremente en caso de sismo, ya que toma y distribuye uniformemente las cargas verticales (Figura 20).

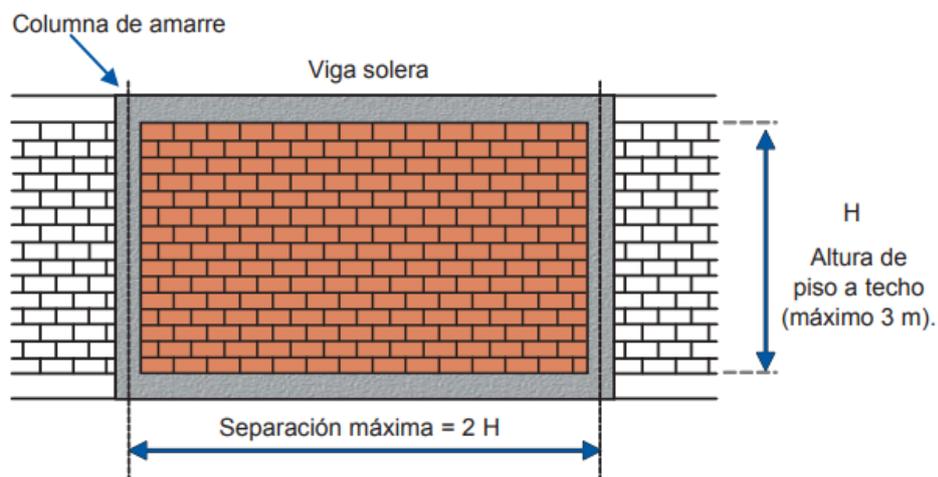
Figura 20
Relación entre las vigas y efecto sísmico en el muro portante.



Nota. Esta figura muestra el comportamiento de las vigas ante el efecto de las fuerzas sísmicas. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p. 22), por Aceros Arequipa, 2023.

Además, se comprueba que la separación máxima entre las columnas de confinamiento, medida de centro a centro, sea dos veces menor que la distancia entre los elementos horizontales de refuerzo (altura de piso a techo, máximo 3 metros), y no mayor a 5 metros (Figura 21), todo esto de acuerdo con las especificaciones de la Norma de Diseño Sismorresistente (RNE E.070).

Figura 21
Separación máxima entre columnas de amarre.

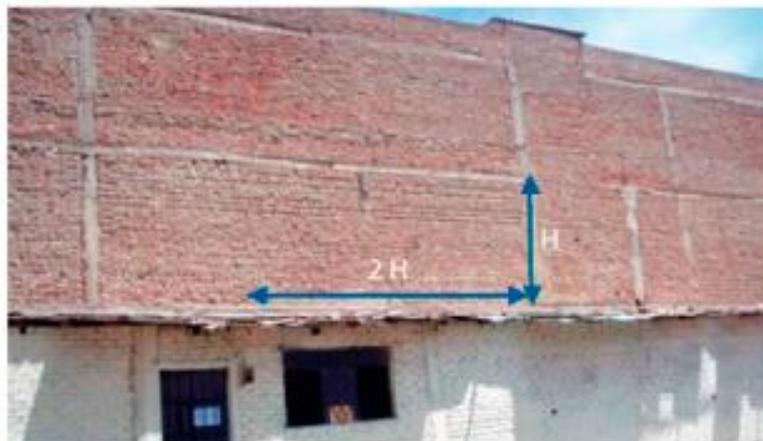


Nota. Esta figura muestra la separación máxima que debe de existir entre las columnas de amarre que confinan el muro de albañilería. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.23), por Aceros Arequipa, 2023.

Cuando la distancia entre las columnas adyacentes excede de $2H$ (Figura 22) o 5 m, se pierde la acción de confinamiento en la parte central del paño. Como consecuencia, sería incontrolable el tamaño de las grietas que aparecerían en esa zona en caso de sismos.

Figura 22

Vivienda autoconstruida con exceso de separación entre columnas.



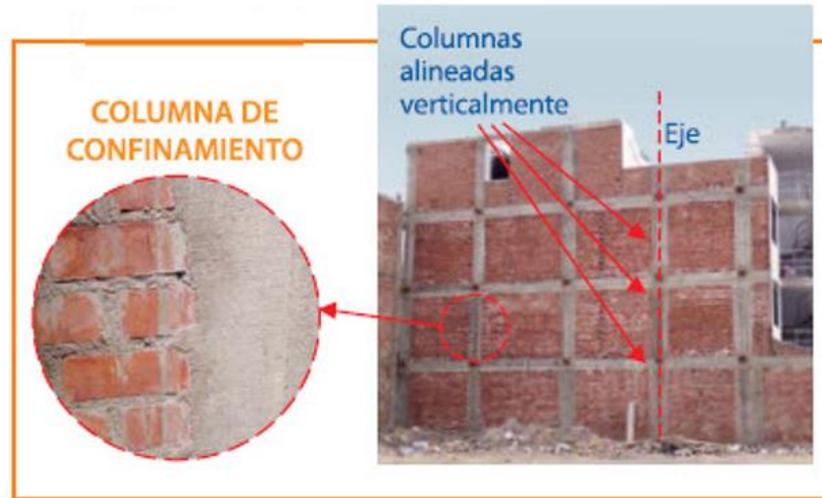
Nota. Esta figura muestra que la distancia “ $2h$ ” entre las columnas adyacentes no debe de exceder el doble de la altura del muro “ h ” o 5 m, para evitar la formación de fisuras o grietas. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.32), por Aceros Arequipa, 2023.

Este parámetro también evalúa la calidad y cantidad de manera sucesiva de las líneas resistentes formado por la columnas y vigas presentes en todos los niveles de la edificación de forma vertical y horizontal, tomando en cuenta para el primer caso que las columnas deben estar alineadas verticalmente, es decir, si la obra tuviera más de un piso, el eje vertical de cada columna del primer piso, debe coincidir con el eje de las columnas de los pisos superiores (Figura 23); y de manera horizontal (Figura 24), para evitar que al haber pocos elementos resistentes como columnas (falta de redundancia), la falla de uno de ellos provocará el colapso total o parcial de la estructura.

Estos son requisitos fundamentales para la estabilidad de la estructura, en caso contrario pueden ocurrir fallas estructurales por falta de líneas sucesivas y una mala configuración del sistema estructural. como se muestra en la Figura 25.

Es fundamental precisar que en este parámetro se pone énfasis en la importancia del cumplimiento de las normas de albañilería en la construcción de la edificación (RNE E.070), así como en la supervisión de un profesional experimentado en el proceso constructivo.

Figura 23
Columnas de confinamiento alineadas verticalmente.



Nota. Esta figura muestra que las columnas de confinamiento deben de estar alineadas verticalmente para que las cargas de los pisos superiores puedan ser soportados por los pisos inferiores y el cimiento de la estructura. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.34), por Aceros Arequipa, 2023.

Figura 24
Líneas sucesivas de resistencia y falta de redundancia.



Nota. Esta figura muestra las diferencias estructurales entre un marco conformado por viga y columnas y un marco donde existen más de una columna, garantizando en esta última que la estructura permanezca estable ante un sismo. Adaptado de *Daño Sísmico Estructural*, por Laboratorio de Ingeniería Sísmica de la Universidad de Costa Rica, 2023 (<https://www.lis.ucr.ac.cr/25>).

Figura 25

Falla estructural por falta de líneas sucesivas y una mala configuración del sistema estructural.

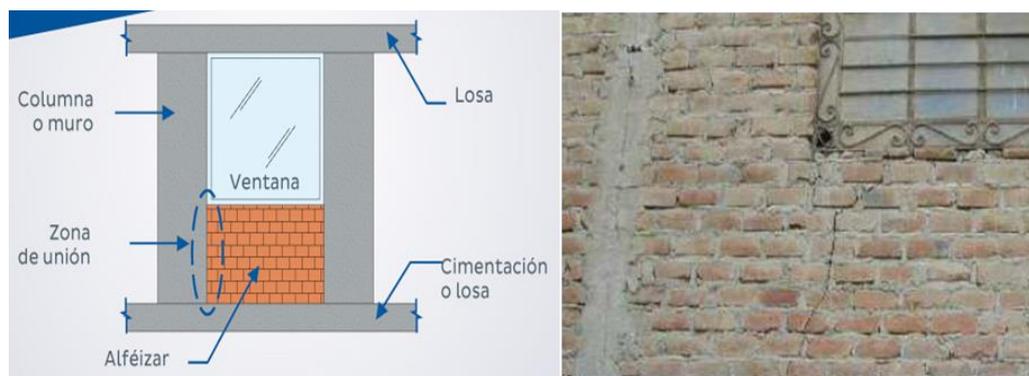


Nota. Esta figura muestra el desplome de los pisos superiores de la edificación debido a la falla estructural en las columnas por falta de líneas sucesivas y una mala configuración del sistema estructural. Adaptado de *Avances en la microzonificación sísmica de la ciudad de Ica* (p.27), por Alva, 2022.

En este parámetro se evalúa si han sido aislados los alféizares de ventanas de la estructura principal, ya que este procedimiento constructivo evita que se produzcan grietas verticales en la zona de unión cuando ocurra un evento sísmico (Figura 26), debido a que en el alféizar no existe carga vertical, excepto su peso propio, mientras que el muro es portante de carga vertical.

Figura 26

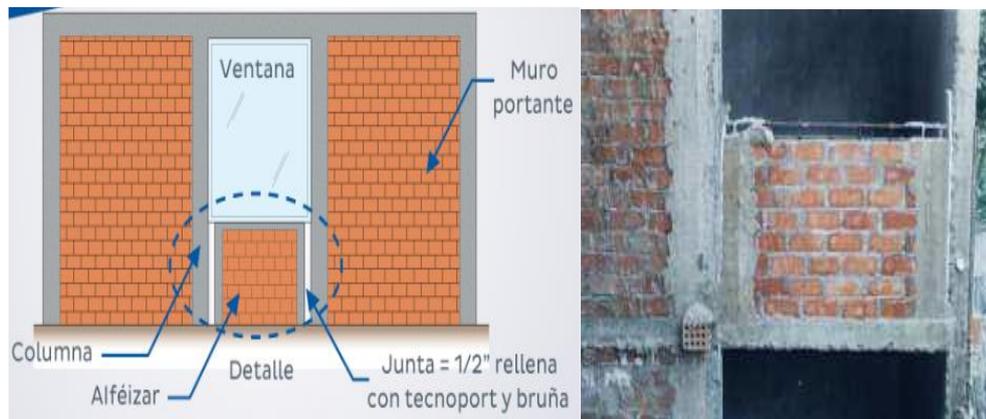
Grieta vertical en la zona de unión alféizar-muro.



Nota. Esta figura muestra la aparición de grietas en el alféizar de la ventana debido a que no se encuentra aislado de la columna. Adaptado de *Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070* (p.67), por Bartolomé, 2005.

En la gran mayoría de las viviendas autoconstruidas se suele cometer mucho este error debido a que se confía en la construcción empírica, por ello es recomendable aislar los alféizares de la estructura principal (Figura 27).

Figura 27
Alféizar aislado en Albañilería Confinada.



Nota. Esta figura muestra que el alféizar de la ventana se encuentra aislado de la columna mediante junta para evitar la formación de grietas en ella. Adaptado de *Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070* (p.68), por Bartolomé, 2005.

En conclusión, el parámetro 1, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 12.

Tabla 12

Asignación de categorías para el parámetro organización del sistema resistente.

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

- A** La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una correcta conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical.
- B** La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E -070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una aceptable conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación.
- C** La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación.
- D** La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación.

Nota. Esta tabla muestra los criterios estructurales para la asignación de categorías desde menor vulnerabilidad (A) a mayor vulnerabilidad (D) para el parámetro organización del sistema resistente.

2.2.4.3.3.2. PARÁMETRO N° 2: CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE

Mediante este parámetro se evalúa la calidad de los materiales utilizados que conforman la albañilería, con el objetivo de asegurar la eficiencia del comportamiento estructural tipo "cajón" de la edificación, mencionada en el anterior parámetro.

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana E.070 – Albañilería, las unidades de albañilería son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima (Figura 28).

Figura 28

Ladrillos de arcilla (izquierda), sílice-cal (centro) y de concreto (derecha).



Nota. Esta figura muestra los diversos tipos de ladrillos utilizados en la construcción de muros de albañilería confinada y armada, de acuerdo con el material del que están hechos (arcilla, sílice-cal y concreto). Adaptado de *Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070* (p.47), por Bartolomé, 2005.

Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, o tubulares (alveolares en caso de albañilería armada) y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial. (Figura 29)

Figura 29

Tipos de unidades de albañilería.



Nota. Esta figura muestra ladrillos sólidos, huecos, tubulares u alveolares utilizados en la construcción de muros de albañilería. Los huecos de los ladrillos ayudan a reducir el peso final de la estructura, brinda mayor capacidad de aislamiento térmico y permiten la instalación de tuberías de fontanería o eléctricas. Adaptado de *Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070* (p.53), por Bartolomé, 2005.

El uso o aplicación de las unidades de albañilería para el sistema de muros confinados estará condicionado a lo indicado en la Tabla 13. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente (Figura 30).

Tabla 13

Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para muros confinados.

| TIPO | ZONA SISMICA 2,3 Y 4 | | ZONA SISMICA 1 |
|-------------------|---|---|--------------------------------|
| | Muro Portante en edificios de 4 pisos a más | Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos | Muro portante en todo edificio |
| Sólido Artesanal | No | Sí, hasta dos pisos | Sí |
| Sólido Industrial | Sí | Sí | Sí |
| Hueca | No | No | Sí |
| Tubular | No | No | Sí, hasta 2 pisos |

Nota. Esta tabla muestra que para la zona sísmica 4 se limita el uso de ladrillos sólidos artesanales hasta dos pisos y las industriales se pueden emplear sin restricción. Adaptado de *Norma Técnica Peruana E.070 – Albañilería*, por Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), 2019.

Figura 30

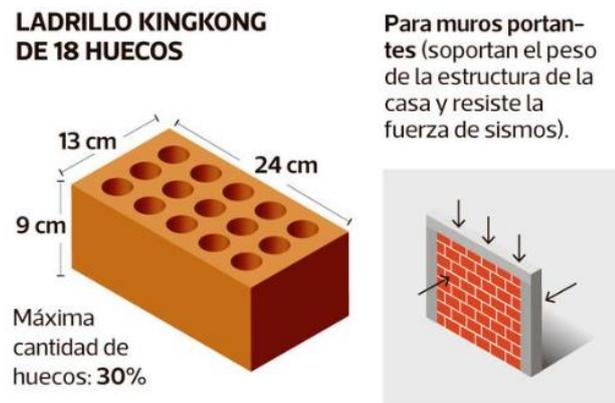
Zonas Sísmicas del Perú.



Nota. Este mapa de zonas sísmicas del Perú muestra que la zona 4 representada de color rojo es de mayor peligrosidad sísmica debido a que presenta la mayor aceleración del suelo en un probable evento sísmico. Adaptado de *Norma Técnica Peruana E.030 – Diseño Sismorresistente* (p.07), por Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), 2018.

Cabe indicar que de acuerdo con la Figura 30, el P.J. San Juan, Chimbote se ubica en la zona sísmica tipo 4, por lo que según la Tabla 13, las unidades sólidas, como, por ejemplo, el ladrillo King Kong (Figura 31), son las que deben emplearse en la construcción de muros portantes.

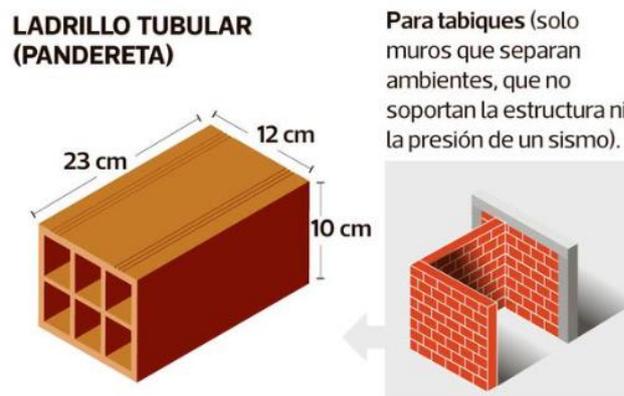
Figura 31
Especificaciones del ladrillo King Kong de 18 huecos.



Nota. Esta figura muestra que los ladrillos kingkong de 18 huecos se deben emplear en la construcción de muros portantes. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.25), por Aceros Arequipa, 2023.

Los ladrillos tubulares, también conocidos como ladrillos pandereta (Figura 32), no son los más apropiados para la construcción de los muros portantes en las edificaciones de la zona en estudio, debido a su poca resistencia y fragilidad las cuales no proporcionan la solidez y fortaleza necesarias frente a los terremotos (Figura 33), por lo que en este caso deben emplearse exclusivamente en los muros no portantes, como tabiques, parapetos o cercos.

Figura 32
Especificaciones del ladrillo tubular o pandereta.



Nota. Esta figura muestra que los ladrillos tubulares solo huecos se deben emplear en la construcción de muros de tabiquería. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.26), por Aceros Arequipa, 2023.

Figura 33

Colapso de edificación construida con muros de ladrillo tubular o pandereta, debido a los efectos del Terremoto de Pisco de 2007.

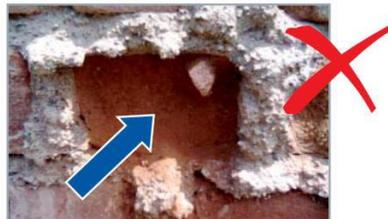


Nota. Adaptado de *Investigaciones en Albañilería* (p.42), por Bartolomé, 2023.

En el presente parámetro, la evaluación de la edificación se basa en tres factores: en primer lugar, se considera el tipo de material, la forma y la calidad de los ladrillos que componen la mampostería, por ejemplo, no deben tener pérdida en su composición o materias extrañas en su superficie o interior (Figura 34) o estar agrietados (Figura 35).

Figura 34

Ladrillo con pérdida de material.



Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.22), por Aceros Arequipa, 2023.

Figura 35

Ladrillo agrietado.

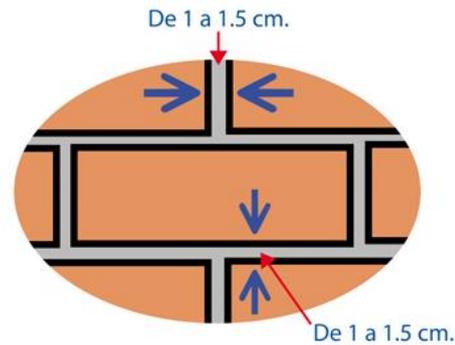


Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.22), por Aceros Arequipa, 2023.

En segundo lugar, se realiza la evaluación de la presencia, calidad y colocación del mortero cuyas dimensiones de su espesor deben estar comprendida entre 10 mm y 15 mm (1 a 1.5 cm) en las juntas de acuerdo con lo establecido en la Norma Técnica Peruana E.070 – Albañilería (Figura 36).

Figura 36

Dimensiones de las juntas de mortero.

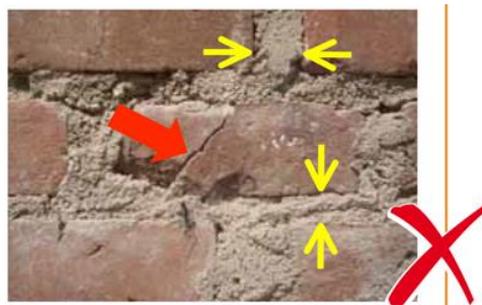


Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.37), por Aceros Arequipa, 2023.

Las juntas, tanto verticales como horizontales, no deben ser muy “gruesas”, (Figura 37). ya que grosores por encima del límite máximo especificado en la NTP E.070 (15 mm), reducen sustancialmente la resistencia a compresión y a fuerza cortante de la albañilería, lo que en consecuencia debilitan al muro portante.

Figura 37

Juntas verticales y horizontales muy gruesas y ladrillo con rajaduras.



Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.24), por Aceros Arequipa, 2023.

En tercer lugar, se analiza la homogeneidad de los ladrillos y del muro de albañilería en todos los niveles del edificio, asegurando que exista consistencia en la calidad y en el tipo de ladrillo utilizado en todos los pisos

(Figura 38), así como buena trabazón o amarre entre dichos ladrillos que conforman el muro de albañilería (Figura 39).

Figura 38

Distintos ladrillos utilizados (arriba: pandereta, abajo: King Kong).



Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.24), por Aceros Arequipa, 2023.

Figura 39

Mala homogeneidad del muro de albañilería.

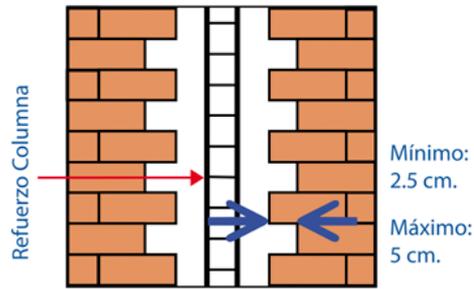


Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.46), por Aceros Arequipa, 2023.

Asimismo, para que la columna y el muro realicen su trabajo estructural y se unan de manera “sólida”, es importante verificar si la edificación tiene en cuenta lo siguiente:

- a. En caso de emplearse una conexión dentada, el ladrillo debe sobresalir como máximo 5 cm., y un mínimo de 2.5 cm (Figura 40).

Figura 40
Conexión dentada muro-columna.



Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.87), por Aceros Arequipa, 2023

- Si la longitud de los dientes es excesiva (Figura 41), puede originarse que los dientes se fracturen durante la etapa de compactación del concreto y que se formen cangrejas bajo los dientes (Figura 42).

Figura 41
Incorrecta dimensión del dentado muro-columna.



Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.41), por Aceros Arequipa, 2023.

Figura 42
Diente fracturado y formación de cangrejas en unión columna-muro.



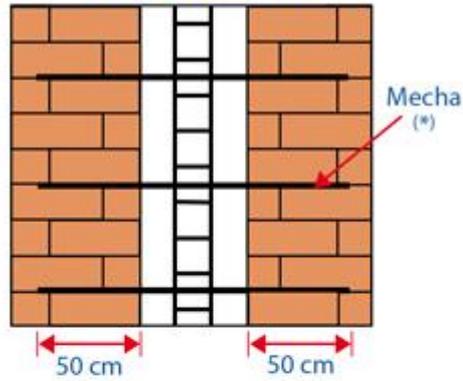
Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.43), por Aceros Arequipa, 2023.

- b. En caso de haberse empleado una conexión al ras (sin dientes), debió adicionarse “chicotes” o “mechas” de anclaje. (Figura 43).

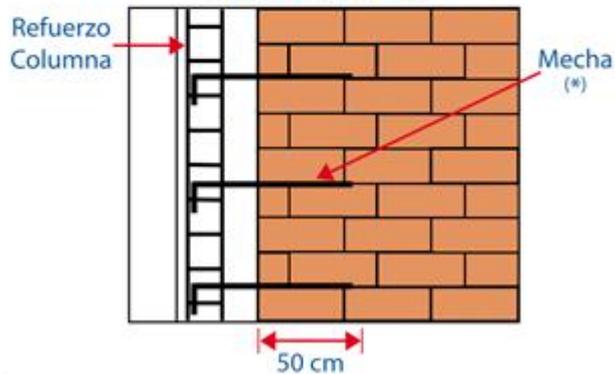
Figura 43

Conexión al ras muro-columna adicionando mechas de anclaje.

SI HAY MURO NO ENDENTADO A AMBOS LADOS DE LA COLUMNA



SI HAY MURO NO ENDENTADO A UN SOLO LADO DE LA COLUMNA



(*)2 Ø Corrugado 4.7 en cama de mortero cada 3 hiladas (gancho 10 cm.)

Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.51), por Aceros Arequipa, 2023.

En este parámetro se evalúa si se han picado los muros portantes para colocar las tuberías de las instalaciones eléctricas y/o sanitarias, porque este procedimiento lo debilita estructuralmente en caso de sismo (Figura 44).

Figura 44

Debilitamiento de muro portante picado para instalaciones eléctricas.

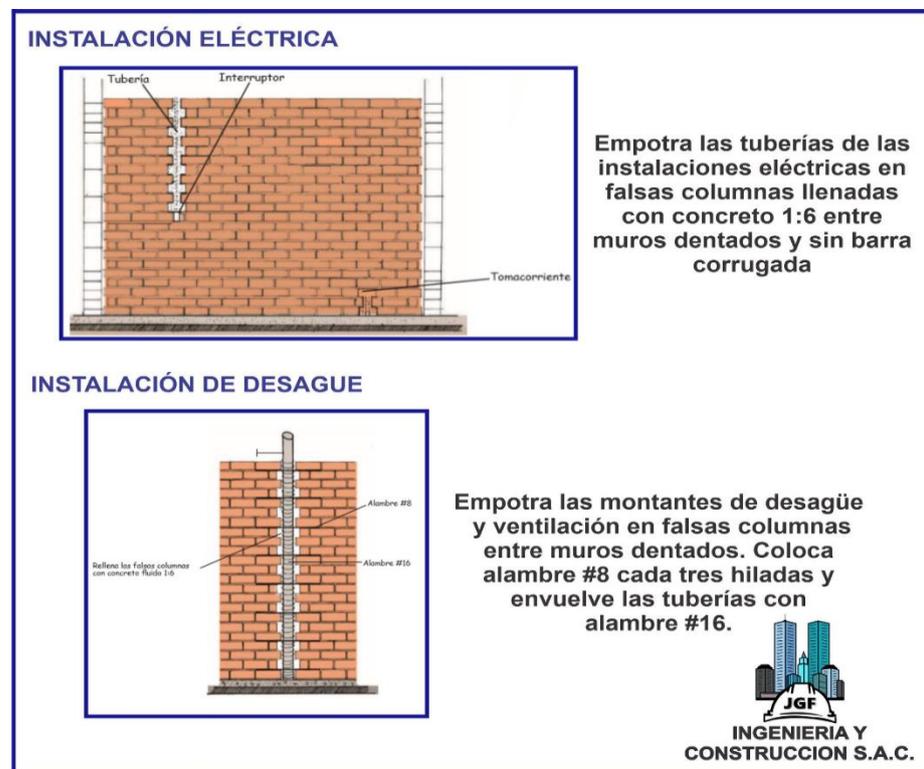


Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.52), por Aceros Arequipa, 2023.

Para evitar lo anteriormente mencionado se debe oportunamente proveer a los muros de los espacios y canales requeridos para alojar tuberías y cajas de las instalaciones eléctricas o sanitarias (Figura 45) para evitar así el inconveniente y peligroso picado de los muros luego de construidos

Figura 45

Instalaciones de tuberías en los muros portantes.



Nota. Adaptado de *Instalaciones de tuberías en muros*, por JGF Ingeniería y Construcción S.A.C, 2020, JGF (<https://www.jgf.com.pe/instalaciones-tuberias>).

En conclusión, el parámetro 2, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 14.

Tabla 14

Asignación de categorías para el parámetro calidad del sistema resistente.

2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

- La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características:
- Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones.
 - Correcto trabazón o amarre entre ladrillos.
 - Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera “endentada”.
 - Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta.
 - Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles.
 - Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes.
- A** La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características:
- B** La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes.
- C** La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes.
- D** La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes.
-

Nota. Esta tabla muestra los criterios estructurales para la asignación de categorías desde menor vulnerabilidad (A) a mayor vulnerabilidad (D) para el parámetro calidad del sistema resistente.

2.2.4.3.3.3. PARÁMETRO N° 3: RESISTENCIA CONVENCIONAL

En este parámetro se asignaron las clases de vulnerabilidad en función al nivel de resistencia de una edificación ante la fuerza sísmica a la que estará sometida la misma, por lo tanto la evaluación se realiza de acuerdo a los requisitos estructurales mínimos de acuerdo a la Norma E.070-Albañilería, dentro de las cuales se verifica el espesor mínimo efectivo que deba tener los muros, el esfuerzo axial máximo sobre el mismo, así como también la densidad mínima de muros que deba tener la estructura, asimismo se realiza la verificación de la resistencia al corte del edificio.

Asimismo, este parámetro relaciona el corte que resisten los muros y la fuerza basal actuante en la base de la estructura por ello es necesario saber el tipo de uso que tiene la edificación, la cantidad de pisos para determinar el peso total de

la edificación y la altura de este, la ubicación y el área total construida de la edificación.

Por ello se evaluarán los siguientes requisitos estructurales mínimos (Norma E.070 – Albañilería, 2020):

i. Verificación del espesor efectivo "t":

El espesor efectivo (espesor del muro sin tarrajeo u otros revestimientos) mínimo será según la Ecuación 14:

Ecuación 14

Espesor efectivo mínimo.

$$t \geq \frac{h}{20}, \text{ Para las zonas Sísmicas 2,3 y 4}$$

Donde:

- t: Espesor efectivo mínimo (m).
- h: Altura libre (m) entre los elementos de arriostre horizontales o la altura efectiva de pandeo (distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre).

ii. Verificación del Esfuerzo Axial Máximo:

El esfuerzo axial máximo (σ_m) producido por la carga de gravedad máxima de servicio (P_m), incluyendo el 100% de sobrecarga, será inferior a (Ecuación 15):

Ecuación 15

Esfuerzo Axial Máximo.

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2f'm \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15f'm$$

Donde:

- σ_m : Esfuerzo axial máximo (Tn/m²).
- L: Longitud total del muro (m).
- P_m: Carga gravitacional máxima de servicio en un muro, metrada con el 100% de sobrecarga (Tn).
- f'm: resistencia característica a compresión axial de la albañilería. (Tn/m²).

Esta expresión nos va a permitir verificar que el muro no fallará por pandeo debido a cargas verticales excesivas; por lo contrario de no cumplir con este requisito se opta por incrementar el espesor del muro o alivianar utilizando losas en dos direcciones.

iii. Verificación de la Densidad Mínima de Muros Reforzados:

La densidad mínima de muros portantes a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente Ecuación 16:

Ecuación 16

Densidad Mínima de Muros Reforzados.

$$\frac{\text{AreadeCortedelosMurosReforzados}}{\text{AreadelaplantaTípica}} = \frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$

Donde:

- “Z”, “U” y “S” corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.
- N: Número de pisos del edificio.
- L: Longitud total del muro (m).
- t: Espesor efectivo del muro (m).
- A_p : Área de Planta Típica (m²).

iv. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso “i” y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir según la Ecuación 17.

Ecuación 17

Resistencia al corte del edificio.

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$

Donde:

- $\sum V_{mi}$: La sumatoria de resistencias al corte (V_{mi}) incluirá sólo el aporte de los muros reforzados (confinados o armados) y el aporte de los muros de concreto armado, sin considerar en este caso la contribución del refuerzo horizontal.
- V_{Ei} : corresponde a la fuerza cortante actuante en el entrepiso “i” del edificio, producida por el “sismo severo”.

Para la verificación de la resistencia al corte del edificio se tiene en cuenta las siguientes consideraciones:

a) **La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería**, asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería, se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones (Ecuación 18, Ecuación 19):

-Ecuaciones de resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería:

-Para Unidades de Arcilla y de Concreto:

Ecuación 18

Resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería para Unidades de Arcilla y de Concreto.

$$V_m = 0,5v'm \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_g$$

-Para Unidades Sílico-calcáreas:

Ecuación 19

Resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería para Unidades Sílico-calcáreas.

$$V_m = 0,35v'm \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_g$$

Donde:

- V_m : Resistencia al corte del muro de albañilería (T_n).
- $v'm$: Resistencia característica a corte de la albañilería obtenida de ensayos de muretes a compresión diagonal. (T_n/m^2).
- P_g : carga gravitacional de servicio (T_n), con sobrecarga reducida (NTE E.030 Diseño Sismorresistente).
- t : Espesor efectivo del muro (m).
- L : Longitud del muro (m).
- α : Factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez, calculado como (Ecuación 20):

Ecuación 20

Factor de reducción de resistencia al corte.

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e \cdot L}{M_e} \leq 1$$

Donde:

- V_e : Fuerza cortante del muro obtenida del análisis elástico.
- M_e : Momento flector del muro obtenido del análisis elástico.

La resistencia de la albañilería a compresión axial ($f'm$) y la resistencia característica a corte de la albañilería ($v'm$) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas,

de acuerdo con la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indica en la Tabla 15.

Tabla 15

Métodos para determinar $f'm$ y $v'm$.

| RESISTENCIA CARACTERÍSTICA | EDIFICIOS DE 1 A 3 PISOS | | | EDIFICIOS DE 4 A 5 PISOS | | | EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS | | |
|-------------------------------|-----------------------------|---|---|-----------------------------|---|---|--------------------------------|---|---|
| | Zona Sísmica | | | Zona Sísmica | | | Zona Sísmica | | |
| | 3 Y 4 | 2 | 1 | 3 Y 4 | 2 | 1 | 3 Y 4 | 2 | 1 |
| $(f'm)$ | A | A | A | B | B | A | B | B | B |
| $(v'm)$ | A | A | A | B | A | A | B | B | A |

Nota. Adaptado de *Norma Técnica Peruana E.070 – Albañilería*, por Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), 2019.

A: Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.

B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio.

Podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 16, correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: ½: 4 (cuando la materia prima es sílice-cal o concreto).

Tabla 16

Resistencias características de la albañilería Mpa (kg/cm²).

| Materia Prima | Denominación | UNIDAD f'b | PILAS f'm | MURETES v'm |
|------------------|-----------------------|---------------|------------|----------------|
| Arcilla | King Kong Artesanal | 5,4 (55) | 3,4 (35) | 0,5 (5,1) |
| | King Kong Industrial | 14,2 (145) | 6,4 (65) | 0,8 (8,1) |
| | Rejilla Industrial | 21,1 (215) | 8,3 (85) | 0,9 (9,2) |
| Sílice-Cal | King Kong Normal | 15,7 (160) | 10,8 (110) | 1,0 (9,7) |
| | Dédalo | 14,2 (145) | 9,3 (95) | 1,0 (9,2) |
| | Estándar y mecano (*) | 14,2 (145) | 10,8 (110) | 0,9 (9,2) |
| Concreto | | 4,9 (50) | 7,3 (74) | 0,8 (8,6) |
| | Bloque Tipo P (*) | 6,4 (65) | 8,3 (85) | 0,9 (9,2) |
| | | 7,4 (75) | 9,3 (95) | 1,0 (9,7) |
| | | 8,3 (85) | 11,8 (120) | 1,1 (10,9) |

() Utilizados para la construcción de muros armados.*

Nota. Adaptado de *Norma Técnica Peruana E.070 – Albañilería*, por Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), 2019.

- b) Para todos los muros de albañilería deberá verificarse, que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente Ecuación 21 que controla la ocurrencia de fisuras por corte:**

Ecuación 21

Control de Fisuración.

$$V_e \leq 0,55V_m = \text{Fuerza Cortante Admisible}$$

Donde:

- V_e : Fuerza cortante producida por el “sismo moderado” en el muro en análisis (Tn).
- V_m : Resistencia al corte del muro de albañilería (Tn).

Asimismo, para el cálculo del peso de la edificación resistido por la estructura (P), lo cual incluirá contribución tanto del peso de los muros, peso de los pisos y cubiertas, se utilizarán los siguientes valores empleados:

-Valores empleados para Peso específico del muro de albañilería “ P_m ” (Tn/m³):

- Para unidades de albañilería cocida solidas: 1.8 Tn/m³ (Norma E.020 Cargas).
- Para unidades de albañilería cocida huecas: 1.35 Tn/m³ (Norma E.020 Cargas).

-Valores empleados para Peso por unidad de área de diafragma horizontal “ P_s ” (Tn/m²)

- Para aligerados de espesor 0.20m se utilizará 0.30 Tn/m², otros espesores se determinarán de acuerdo con la norma E.020 Cargas.

-Valores empleados para Peso por unidad de área de cubierta “ P_c ” (Tn/m²):

- Para techos con coberturas livianas de planchas onduladas o plegadas, calaminas, fibrocemento, material plástico, etc., cualquiera sea su pendiente, 0.030 Tn/m², de acuerdo con la norma E.020 Cargas.

Además, para determinar los factores correspondientes al Cálculo de la Fuerza Cortante en la Base de la edificación (VA) en el caso de los sismos moderado y severo se utilizará la norma E.030 Diseño Sismo Resistente (Ecuación 22).

Ecuación 22

Fuerza Cortante en la Base.

$$V_a = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

Donde:

- Z= Factor de Zona Sísmica.
- U= Factor de uso.
- C= Factor de amplificación sísmica.
- S= Factor de Suelo.
- R= Coeficiente de reducción sísmica.
- P= Peso de la edificación resistido por la estructura

La zonificación se basa principalmente en el lugar geográfico donde se va a construir o está actualmente funcionando la edificación y determina el factor de la zona que varía de la zona 1 hasta la zona 4 con factores de zona entre 0.10 y 0.45 (Tabla 17).

Tabla 17
Factores de zona “Z”.

| ZONA | Z |
|------|------|
| 4 | 0,45 |
| 3 | 0,35 |
| 2 | 0,25 |
| 1 | 0,10 |

Nota. Adaptado de *Norma Técnica Peruana E.030 Diseño Sismorresistente*, por Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), 2018.

En el anterior parámetro 2, denominado calidad del sistema resistente, se indicó que de acuerdo con la Figura 30, el P.J. San Juan, Chimbote se ubica en la zona sísmica tipo 4, por lo tanto, le corresponde el factor de zona $Z=0.45$. Para la categorización de uso de la estructura se emplea el factor de uso e importancia (U) definidos en la Norma E.030- Diseño Sismorresistente (2018). En la presente investigación se evaluaron edificaciones comunes de categoría C, por lo que le correspondió un factor de uso $U=1.0$.

Para las condiciones geotécnicas la norma E.030 clasifica a los perfiles de suelos tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, espesor del estrato su periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte (NTP E.030, 2018).

Dependiendo del tipo de suelo se obtiene el perfil de este mediante la Tabla 18.

Tabla 18
Perfiles de suelo.

| Perfil de suelo | |
|---------------------------|-------|
| Roca Dura | S_0 |
| Roca o Suelos Muy Rígidos | S_1 |
| Suelos Intermedios | S_2 |
| Suelos Blandos | S_3 |
| Condiciones Excepcionales | S_4 |

Con el perfil de suelo y la zona, se determinó el valor de factor de suelo “S” mediante la Tabla 19.

Tabla 19
Factor de suelo “S”.

| FACTOR DE SUELO “S” | | | | |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| SUELO ZONA | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| Z ₄ | 0,80 | 1,00 | 1,05 | 1,10 |
| Z ₃ | 0,80 | 1,00 | 1,15 | 1,20 |
| Z ₂ | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,40 |
| Z ₁ | 0,80 | 1,00 | 1,60 | 2,00 |

Nota. Adaptado de *Norma Técnica Peruana E.030 Diseño Sismorresistente*, por Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), 2018.

Asimismo, conociendo el perfil del suelo se pueden encontrar los valores de los periodos T_P y T_L haciendo uso de la Tabla 20.

Tabla 20
Periodos T_p y T_l por tipo de suelo.

| PERÍODOS “ T_P ” Y “ T_L ” | | | | |
|--------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Perfil de suelo | | | |
| | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| T_P (s) | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 1,0 |
| T_L (s) | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,6 |

Nota. Adaptado de *Norma Técnica Peruana E.030 Diseño Sismorresistente*, por Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), 2018.

Para el cálculo del factor de amplificación sísmica “C” se consideran los periodos T_p y T_l por tipo de suelo. y el periodo fundamental que dependen de la altura de la edificación y el coeficiente C_t .

El período fundamental de vibración “T”, se calculará mediante la Ecuación 23.

Ecuación 23
Periodo Fundamental de vibración.

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

- H_n : Altura de la edificación (m).
- $C_T = 35$, Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:
 - a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
 - b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

- CT = 45, Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:
 - a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
 - b) Pórticos de acero arriostrados.
- CT = 60, Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

En esta investigación se tomó el coeficiente $C_t=60$ debido a que las edificaciones fueron de albañilería confinada.

Posteriormente, con los valores de T , T_P y T_L se determina el Factor de Amplificación Sísmica C mediante la Tabla 21.

Tabla 21
Factor de amplificación sísmica.

| Factor de amplificación sísmica (C) | |
|--|--|
| $T < T_P$ | $C = 2,5$ |
| $T_P < T < T_L$ | $C = 2,5 * \left(\frac{T_P}{T}\right)$ |
| $T > T_L$ | $C = 2,5 * \left(\frac{T_P * T_L}{T^2}\right)$ |

Nota. Adaptado de *Norma Técnica Peruana E.030 Diseño Sismorresistente*, por Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), 2018.

Tabla 22
Valores del coeficiente básico de reducción según sistemas estructurales.

| Sistema Estructural | Coficiente básico de reducción (R_o) |
|---|--|
| Pórticos especiales resistentes a momentos | 8 |
| Pórticos intermedios resistentes a momentos | 7 |
| Pórticos ordinarios resistentes a momentos | 6 |
| Pórticos especiales concéntricamente arriostrados | 8 |
| Pórticos ordinarios concéntricamente arriostrados | 6 |
| Pórticos excéntricamente arriostrados | 8 |
| Pórticos (Concreto armado) | 8 |
| Dual (Concreto armado) | 7 |
| De muros estructurales (Concreto armado) | 6 |
| Muros de ductilidad limitada (Concreto armado) | 4 |
| Albañilería confinada o armada | 3 |
| Madera | 7 |

Nota. Adaptado de *Norma Técnica Peruana E.030 Diseño Sismorresistente*, por Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), 2018.

Tabla 23

Valores para irregularidades en altura.

| Irregularidades estructurales en altura | Factor de irregularidad (Ia) |
|--|-------------------------------------|
| Irregularidad de rigidez – piso blanco | 0.75 |
| Irregularidad de resistencia – piso débil | 0.75 |
| Irregularidad extrema de rigidez | 0.50 |
| Irregularidad extrema de resistencia | 0.50 |
| Irregularidad de masa o peso | 0.90 |
| Irregularidad geométrica vertical | 0.90 |
| Discontinuidad en los sistemas resistentes | 0.80 |
| Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes | 0.60 |

Nota. Adaptado de *Norma Técnica Peruana E.030 Diseño Sismorresistente*, por Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), 2018.

Tabla 24

Valores para irregularidades en planta.

| Irregularidades estructurales en planta | Factor de irregularidad (Ip) |
|--|-------------------------------------|
| Irregularidad Torsional | 0.75 |
| Irregularidad Torsional extrema | 0.60 |
| Esquinas entrantes | 0.90 |
| Discontinuidad de diafragma | 0.85 |
| Sistemas no paralelos | 0.90 |

Nota. Adaptado de *Norma Técnica Peruana E.030 Diseño Sismorresistente*, por Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), 2018.

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas “R” se determinó como el producto del coeficiente “Ro” determinado a partir de la Tabla 22 y de los factores Ia, Ip obtenidos de las Tablas 23 y 24.

Para encontrar el valor de R, se usó la Ecuación 24:

Ecuación 24

Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas “R”.

$$R = Ro * Ia * Ip$$

Donde:

- Ro: Coeficiente básico de reducción
- Ia: Factor de Irregularidad en altura
- Ip: Factor de Irregularidad en planta

v. **Calificación final del parámetro:**

En conclusión, el parámetro 3, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 25.

Tabla 25

Asignación de categorías para el parámetro resistencia convencional.

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

- | | |
|----------|--|
| A | <ul style="list-style-type: none">-Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo.-Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo.-En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos.-En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | <ul style="list-style-type: none">-Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo.-Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo.-En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y.-En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | <ul style="list-style-type: none">-Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo.-Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo.-En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y.-En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | <ul style="list-style-type: none">-Menos del 25 % de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo.-Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo.-En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y.-En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

Nota. Esta tabla muestra los criterios estructurales para la asignación de categorías desde menor vulnerabilidad (A) a mayor vulnerabilidad (D) para el parámetro resistencia convencional.

2.2.4.3.3.4. PARÁMETRO N° 4: POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN

Este parámetro realiza una evaluación visual de cómo el terreno y la cimentación en los que se ha construido la edificación influyen en su comportamiento sísmico. Se consideran varios aspectos, como el perfil de suelo del terreno, las variaciones entre los niveles de la cimentación y si existe empuje significativo del suelo hacia la estructura. Asimismo, se realizó el correspondiente Estudio de Mecánica de Suelos (Anexo 1) para determinar el perfil de suelo en donde se encuentran las viviendas. También, se tuvo en cuenta la presencia de humedad y sales en el entorno, lo cual se encuentra dentro de los resultados obtenidos mediante el EMS mencionado. Hay que considerar que no debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, relleno de desmote o rellenos sanitario o industrial, ni rellenos no controlados. Estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales seleccionados mediante rellenos controlados o de Ingeniería (Norma Técnica Peruana de Edificaciones E.050 Suelos y Cimentaciones, 2020)

Por ello, antes de comenzar la construcción de la vivienda, es prudente analizar dónde vamos a ubicarla. Por ejemplo, nunca debemos edificar una casa sobre material de relleno, ya que, en el futuro, éste se asentará y producirá graves rajaduras e incluso el colapso de la vivienda.

Además, se debe evitar construir en laderas muy empinadas. Si se hiciera, se debe conformar plataformas horizontales y escalonadas, de tal manera que los muros de la vivienda tengan toda la misma altura (Figura 46).

Figura 46
Muros con alturas diferentes.



Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.15), por Aceros Arequipa, 2023.

No se debe construir en zonas de antiguos lechos de río, por el riesgo a inundaciones y huaicos. Así también se debe trazar y replantear los linderos del terreno, respetando en todo momento los límites con los lotes vecinos, con las vías públicas y con las veredas. El lugar adecuado para construir una vivienda es sobre suelos firmes y resistentes, como las rocas o gravas, ya que permitirán un buen comportamiento de la cimentación (Figura 47).

Figura 47

Lugares donde evitar construir una vivienda.



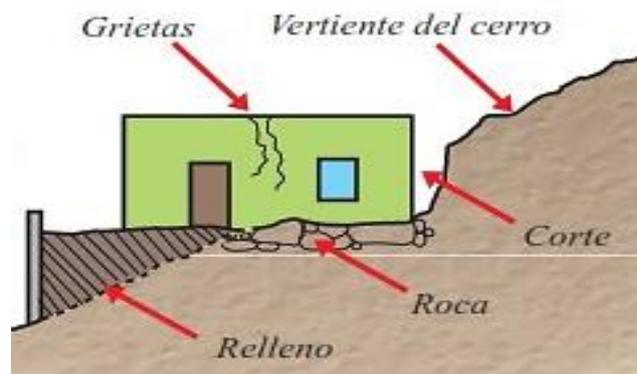
Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.15), por Aceros Arequipa, 2023.

Si el suelo estuviese formado por rellenos o basura, se deberán remover estos materiales y excavar hasta que se encuentre un terreno firme.

Cuando se construye una vivienda sobre una ladera, no es bueno cimentar una parte sobre la roca y otra sobre el relleno, ya que la cimentación a lo largo del tiempo presentará comportamientos diferentes. Esto ocasionará que se produzcan grietas en la vivienda (Figura 48).

Figura 48

Efectos en una construcción sobre roca y relleno.

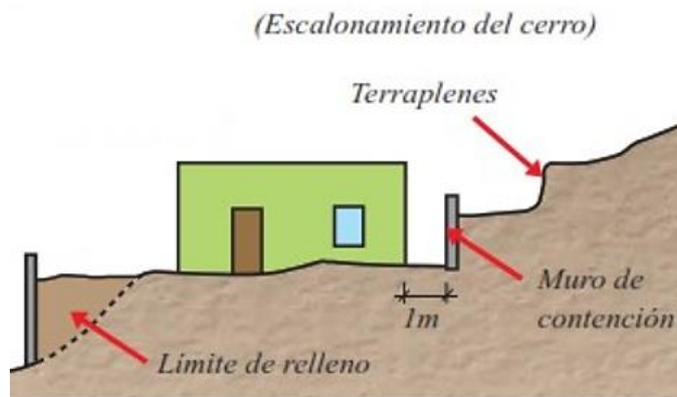


Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.16), por Aceros Arequipa, 2023.

Esta situación será más grave si ocurre un sismo. Siempre se debe excavar las zanjazas de cimentación hasta llegar al suelo natural y firme.

Nunca se debe utilizar la vertiente del cerro para construir la pared posterior o parte de ella; una pared de este tipo podría ceder, caer y demoler su vivienda en cualquier momento. Lo recomendable es independizar las estructuras dejando un espacio intermedio de un metro de ancho como mínimo (Figura 49).

Figura 49
Emplazamiento Ideal.



Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.16), por Aceros Arequipa, 2023.

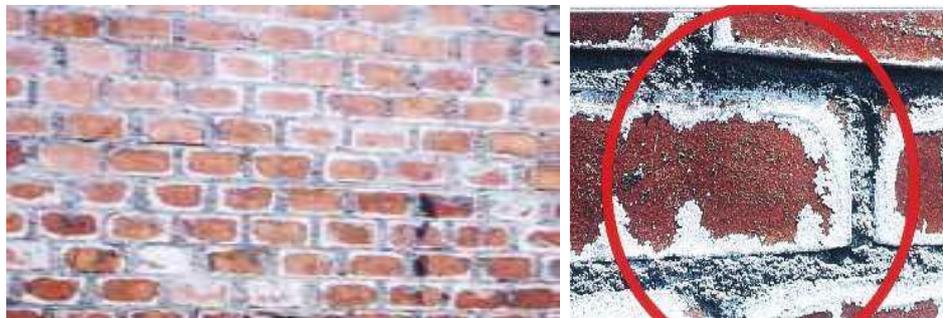
También es importante considerar que esta parte debe estar limitada con un muro de contención lo suficientemente resistente para soportar las presiones que ejerce el suelo. De igual manera, se escalonará el cerro para evitar deslizamientos.

La unidad de albañilería no debe mostrar marcas o vetas de color blanco, ya sea causadas por la presencia de salitre u otras sustancias. Como se mencionó anteriormente, se realizará una inspección para detectar humedad y sales, por lo que es importante que la unidad de albañilería esté libre de estas marcas o vetas de color blanco, independientemente de su origen. La eflorescencia ocurre cuando las sales, principalmente sulfatos, presentes en la materia prima se funden al entrar en contacto con el agua y luego intentan salir a través de los poros de la unidad, donde se cristalizan en su superficie. Cuando la eflorescencia es de intensidad moderada (como se muestra en la Figura 50, izq.), se aconseja realizar una limpieza en seco de la pared utilizando una escobilla de alambre y luego aplicar un tratamiento impermeabilizante. Sin embargo, en casos de eflorescencia severa (como se ilustra en la Figura 50,

der.), se sugiere rechazar la unidad, ya que podría comprometer su adherencia con el mortero.

Figura 50

Eflorescencia moderada (izq.) y severa (der.) en muros de albañilería.



Nota. Adaptado de *Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070* (p.59), por Bartolomé, 2005.

En conclusión, el parámetro 4, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 26.

Tabla 26

Asignación de categorías para el parámetro posición del edificio y cimentación.

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

- | | |
|----------|---|
| A | <ul style="list-style-type: none"> -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | <ul style="list-style-type: none"> -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | <ul style="list-style-type: none"> -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | <ul style="list-style-type: none"> -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado. |

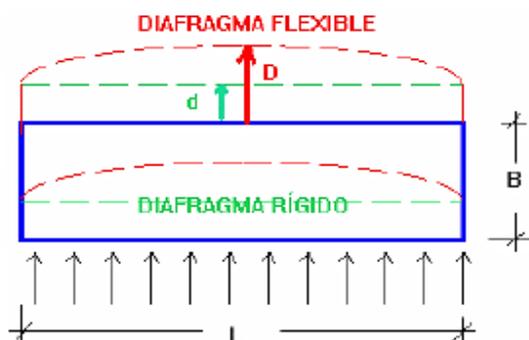
Nota. Esta tabla muestra los criterios estructurales para la asignación de categorías desde menor vulnerabilidad (A) a mayor vulnerabilidad (D) para el parámetro posición del edificio y cimentación.

2.2.4.3.3.5. PARÁMETRO N° 5: DIAFRAGMA HORIZONTAL

Un diafragma es una estructura que tiene la función de amarrar los muros de la construcción, de tal manera que formen un conjunto. Así, por ejemplo, un entrepiso o una cubierta pueden ser considerados diafragmas. Respecto a los diafragmas rígidos, estos son aquellos que solo se desplazan en dos direcciones y pueden ser tanto horizontales como verticales. Un diafragma es considerado rígido cuando su largo máximo no exceda cuatro veces su ancho (Figura 51).

Figura 51

Deformación por flexión en un diafragma alargado, con $L/B > 4$, vista en planta.

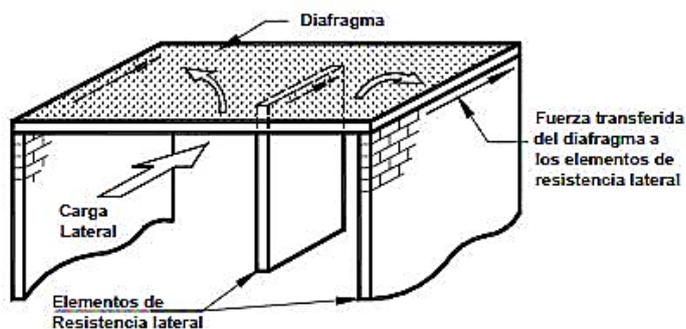


Nota. Adaptado de *Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070* (p.89), por Bartolomé, 2005.

Según la norma E.070, cuando se construye cualquier edificación, se deben preferir los diafragmas rígidos y continuos, esto permitirá que las losas se integren a los muros portantes, lo que compatibilizará los desplazamientos laterales (Figura 52). Debido a la forma como están pensados, los diafragmas rígidos se caracterizan por ser losas que no se deforman ni se doblan ante fuerzas sísmicas.

Figura 52

Transferencia de carga en diafragmas.

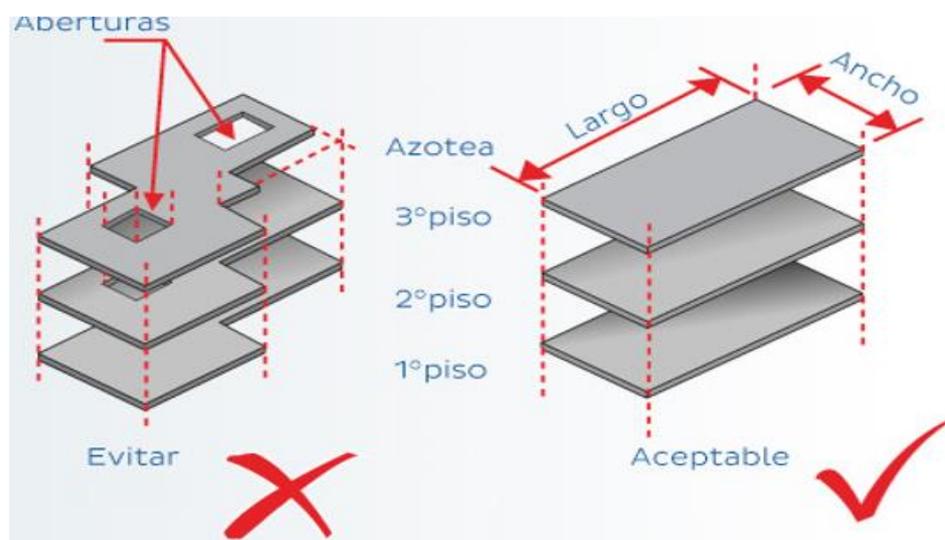


Nota. Adaptado de *Diseño de diafragmas de piso* (p.26), por Cueva, 2015.

Pese a que la norma establece lo anterior, existen errores que se cometen en la práctica, al construir losas. Esto sucede cuando no se siguen planos o no hay personal capacitado a cargo de la obra (generalmente en casos de autoconstrucción). Como consecuencia, se realizan losas que no pueden ser consideradas diafragmas rígidos y continuos.

Estas losas que no cumplen con la normativa traen problemas en la estructura, por ejemplo, la deficiencia de la construcción ante los sismos. Este problema sucede cuando existen excesivas aberturas en cada una de las losas de los pisos construidos (Figura 53). De esa manera el diafragma rígido no es realmente seguro ni estable, por lo que no podrá cumplir con su función ante movimientos sísmicos.

Figura 53
Configuraciones de losas.

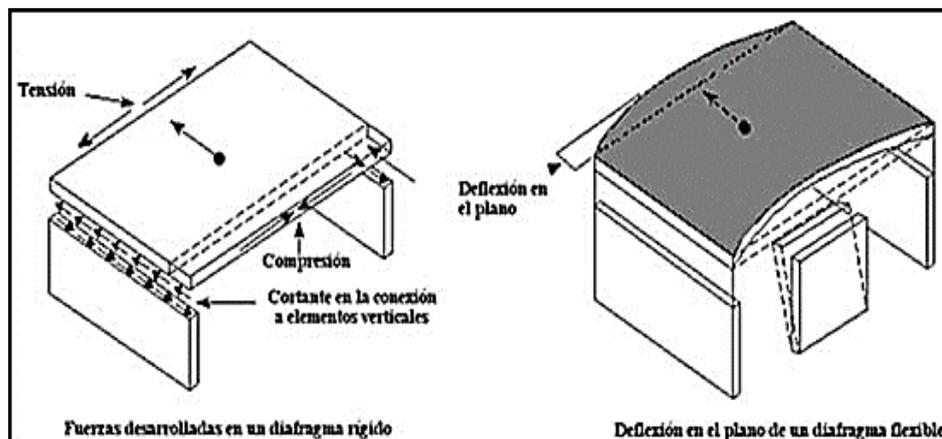


Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.38), por Aceros Arequipa, 2023.

Asimismo, la flexibilidad excesiva en el diafragma que forma el entrepiso produce deformaciones laterales no uniformes, que son perjudiciales para los elementos no estructurales adosados al diafragma. Son debidas a una relación muy grande largo/ancho (mayor que 5), y a aberturas creadas en el diafragma para efectos de iluminación, ventilación, que impiden que este funcione como un cuerpo rígido (Figura 54).

Figura 54

Ejemplo sobre flexibilidad excesiva en el diafragma.



Nota. Adaptado de *Daño Sísmico Estructural*, por Laboratorio de Ingeniería Sísmica de la Universidad de Costa Rica, 2023 (<https://www.lis.ucr.ac.cr/25>).

Este parámetro tiene en cuenta la vital relevancia de asegurar una unión fuerte entre el sistema de diafragma y el sistema vertical de resistencia. Esta unión es esencial para garantizar la correcta transferencia tanto de las cargas verticales que sostienen el edificio como de las cargas horizontales generadas por un terremoto hacia la base. La ausencia de una conexión adecuada puede provocar vibraciones e inestabilidad en la estructura del edificio.

Los diafragmas deben estar sólidamente conectados a todos los muros de manera permanente, asegurando así que puedan cumplir su función de distribuir las fuerzas laterales de acuerdo con la rigidez de los muros y también servir como refuerzos horizontales. Además, deben repartir la carga de gravedad de manera uniforme en todos los muros que forman parte del edificio. Esto tiene como objetivos principales aumentar la capacidad de deformación y la resistencia al corte de los muros. Por lo tanto, se recomienda el uso de losas aligeradas (Figura 55) o macizas (Figura 56) reforzadas en dos direcciones.

Figura 55

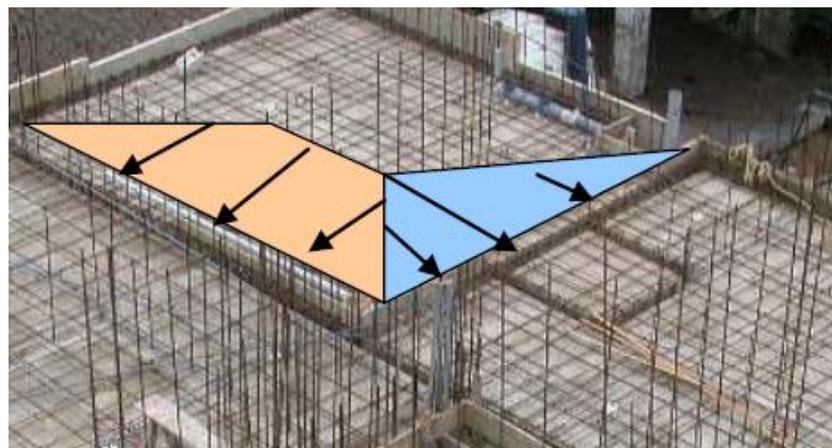
Para el caso de los aligerados, las soleras se vacían en conjunto con la losa, esto provee monolitismo en la unión losa-solera-albañilería.



Nota. Adaptado de *Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070* (p.61), por Bartolomé, 2005.

Figura 56

Empleo de losas macizas armadas en 2 sentidos, las que distribuyen las cargas provenientes del techo en los muros orientados en la dirección X e Y.



Nota. Adaptado de *Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070* (p.89), por Bartolomé, 2005.

Por lo tanto, este parámetro evalúa la calidad de los diafragmas horizontales de entrepiso, así como el desnivel que puedan tener en todo el eje longitudinal de la losa y la calidad y forma de conexión con los muros de albañilería mediante el uso de vigas, así como las condiciones necesarias para que tenga un buen comportamiento sísmico frente a cargas horizontales.

En conclusión, el parámetro 5, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 27.

Tabla 27
Asignación de categorías para el parámetro diafragma horizontal.

5. DIAFRAGMA HORIZONTAL:

- A** La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones:
-Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas.
-La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable.
-La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz.
- B** La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A.
- C** La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A.
- D** La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A.

Nota. Esta tabla muestra los criterios estructurales para la asignación de categorías desde menor vulnerabilidad (A) a mayor vulnerabilidad (D) para el parámetro diafragma horizontal.

2.2.4.3.3.6. PARÁMETRO N° 6: CONFIGURACIÓN EN PLANTA

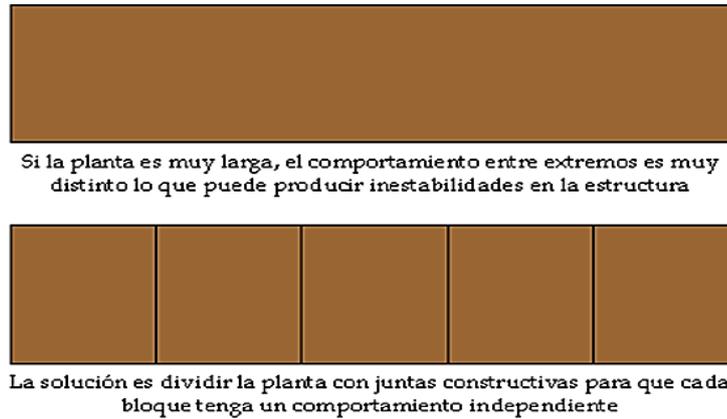
El comportamiento de una edificación durante un sismo está influenciado significativamente por su configuración en planta, especialmente cuando presenta asimetría o una mala distribución estructural de sus elementos, lo que aumenta la susceptibilidad a la torsión.

Si las estructuras son muy largas, la excitación que se da en un punto de ella será diferente de la que se produce en un punto ubicado en el otro extremo. Este efecto es muy difícil de cuantificar y de resolver en la etapa de diseño, lo anterior no aplica para el caso de edificios cortos, dado que este efecto no es tan significativo.

Además, las plantas largas permiten que los efectos de torsión se manifiesten por los movimientos distintos en el terreno. Esto puede solucionarse al partir las plantas largas en bloques independientes si se dejan juntas constructivas, esto permitirá que cada bloque se mueva independientemente y el choque entre módulos debe ser evitado por la separación de la junta de construcción (Figura 57).

Figura 57

Solución al problema de longitud en planta.

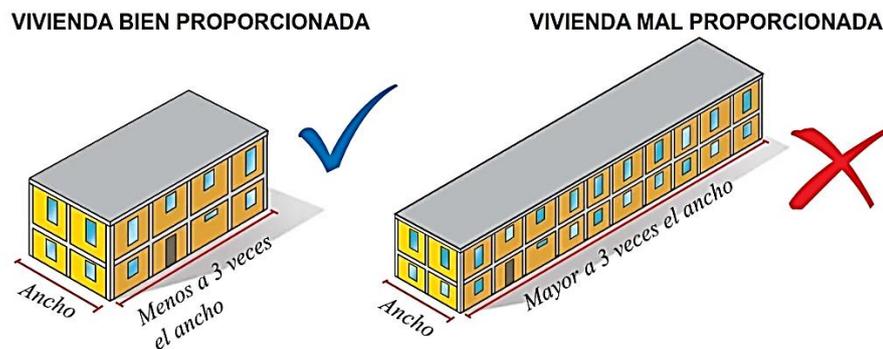


Nota. Adaptado de *Daño Sísmico Estructural*, por Laboratorio de Ingeniería Sísmica de la Universidad de Costa Rica, 2023 (<https://www.lis.ucr.ac.cr/25>).

La vivienda debe ser lo más simétrica posible tanto en planta como en elevación, es decir si la dividimos en cuatro partes estas deben ser más o menos parecidas. Se debe evitar construir viviendas cuyo largo sea mayor a tres veces el ancho (Figura 58).

Figura 58

Dimensiones ideales de vivienda en planta.



Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.13), por Aceros Arequipa, 2023.

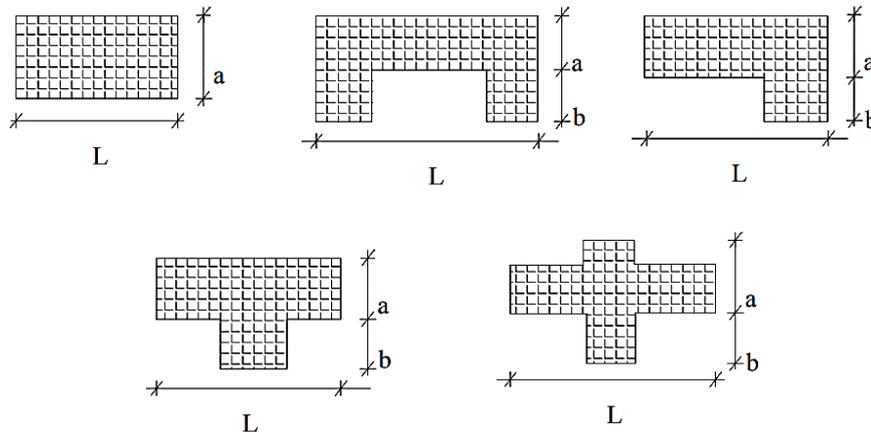
Este parámetro examina el impacto de sismos de gran magnitud en edificaciones alargados u otras formas geométricas, donde las deformaciones y esfuerzos se incrementan, impidiendo que las losas actúen como diafragmas rígidos. La forma en planta de la estructura se evalúa mediante los parámetros $\beta_1 = a/L$ y $\beta_2 = b/L$, donde "a" representa la

dimensión menor de la edificación, "L" la dimensión mayor y "b" la dimensión de los elementos que sobresalen de las dimensiones principales de "a" y "L".

En la Figura 59 se presentan las formas originales utilizadas en el método de Benedetti-Petrini,

Figura 59

Configuración en elevación de la estructura.



Nota. Adaptado de *Estudio de Riesgo Sísmico en la Ciudad de Chiclayo, Zona Este*, por Quesquén (p.46), 2020.

En la Ecuación 25 y Ecuación 26 se muestran los dos valores que deben ser informados, siempre considerando el caso más desfavorable en la evaluación.

Ecuación 25

Primera relación de vulnerabilidad en planta.

$$\beta_1 = \frac{a}{L}$$

Ecuación 26

Segunda relación de vulnerabilidad en planta.

$$\beta_2 = \frac{b}{L}$$

Donde:

- a: Representa la dimensión menor del edificio.
- L: Representa la dimensión mayor del edificio.
- b: Representa la dimensión de los elementos que sobresalgan de las dimensiones principales a y L de la planta.

El método evalúa la condición de simetría en planta de los edificios, proponiendo los valores más altos del parámetro cuando las dimensiones en planta se asemejan a secciones cuadradas, sin prolongaciones adicionales y castigando las secciones excesivamente alargadas (Figura 60) o con prolongaciones demasiado grandes (Figura 61), las cuales pueden provocar problemas de torsión en planta y concentraciones de esfuerzos en las esquinas y en los elementos más alejados de los centros de gravedad y de rigidez.

Figura 60

Irregularidad en planta, Relación Largo / Ancho. La fachada consta de un paño (ancho), y el largo consta de siete paños (largo), existiendo una proporción de 7:1, contraviniendo los principios de configuración estructural, por lo que se califica como deficiente.



Nota. Adaptado de *Malas prácticas en la construcción* (p.51), por Camani, 2016.

Figura 61

Irregularidad en planta, La geometría en planta es de tipo "L", lo cual no se permite, por lo que su composición estructural es pésima.

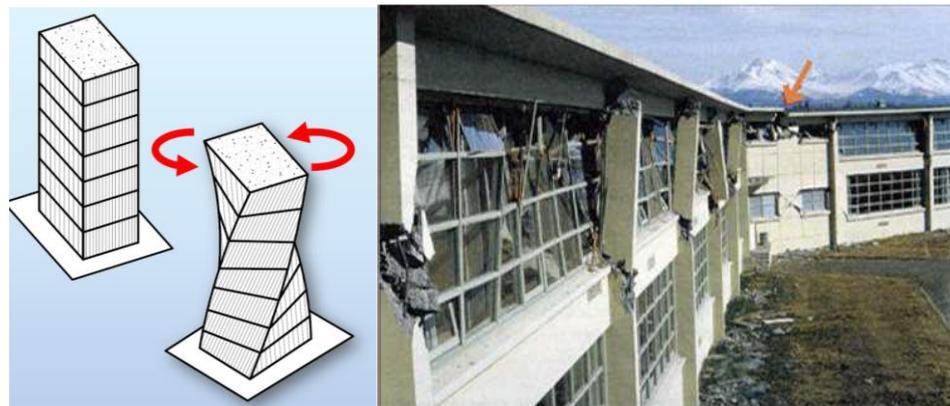


Nota. Adaptado de *Malas prácticas en la construcción* (p.52), por Camani, 2016.

Asimismo, para este parámetro se verifica si la edificación presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo con la Norma Técnica Peruana E.030 “Diseño Sismorresistente” del RNE, en la cual se evalúa si la edificación presenta irregularidad torsional (Figura 62), esquinas entrantes (Figura 63), discontinuidad del diafragma (Figura 64), o sistemas no paralelos (Figura 65).

Figura 62

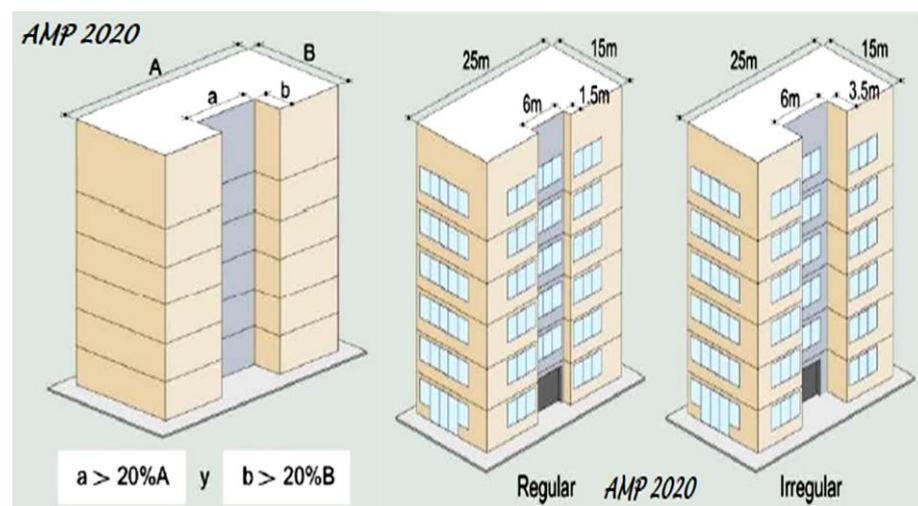
Irregularidad torsional, Escuela secundaria en Alaska posterior al sismo, 1964.



Nota. Adaptado de *Evaluación de los efectos de la irregularidad de la configuración en planta en las demandas de respuesta sísmica de los edificios en forma de L* (p.34), por Abdel, 2018.

Figura 63

Irregularidad de esquinas entrantes, en función de las dimensiones mostradas existirá irregularidad cuando en simultáneo se cumpla que $a > 20\%A$ y que $b > 20\%B$, se muestra un edificio regular (izquierda) y otro irregular (derecha).



Nota. Adaptado de *Comentarios a la Norma Peruana E.030 Diseño Sismorresistente* (p.41), por Muñoz, 2020.

Figura 64

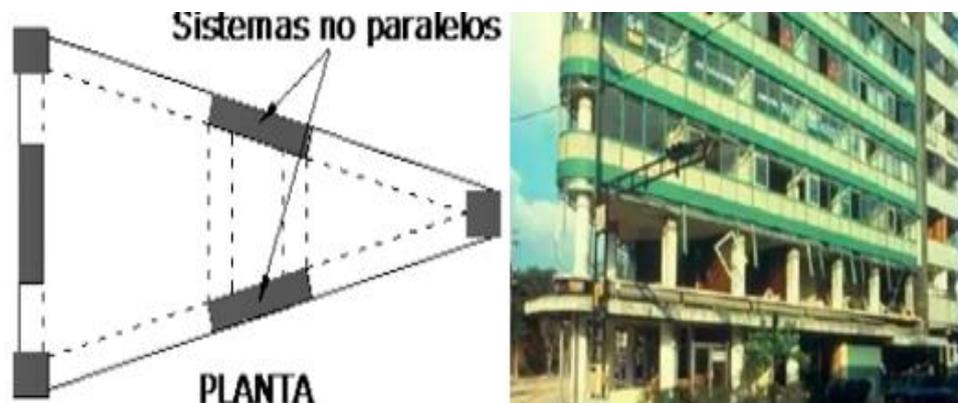
Irregularidad de discontinuidad del diafragma, existe esta discontinuidad cuando los diafragmas presentan aberturas con un área en planta A' mayor al 50 % del área total del piso.



Nota. Adaptado de Comentarios a la Norma Peruana E.030 Diseño Sismorresistente (p.36), por Muñoz, 2020.

Figura 65

Irregularidad de sistemas no paralelos, Escuela secundaria en Alaska posterior al sismo, 1964.



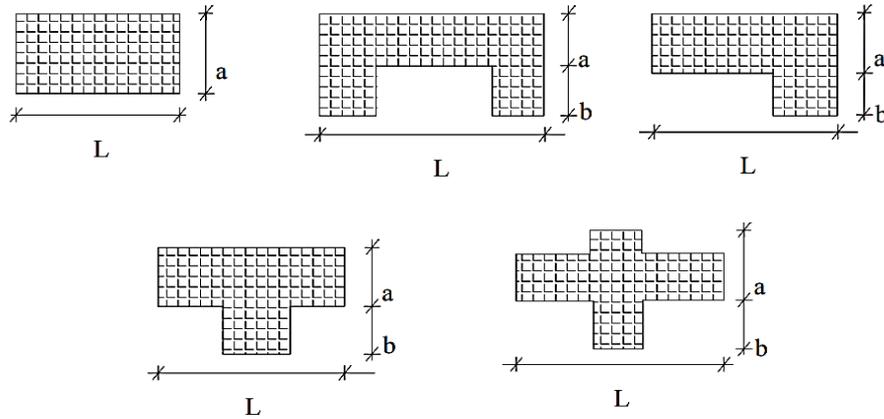
Nota. Adaptado de Criterios de Diseño Sísmico en Edificios, por Librería del Ingeniero, 2019 (<https://www.libreriaingeniero.com>).

En conclusión, el parámetro 6, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 28.

Tabla 28

Asignación de categorías para el parámetro configuración en planta.

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:



$$\beta_1 = a/L = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\beta_2 = b/L = \underline{\hspace{2cm}}$$

- A** Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo con NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos.
- B** Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo con NTP E.030.
- C** Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo con NTP E.030.
- D** Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo con NTP E.030.

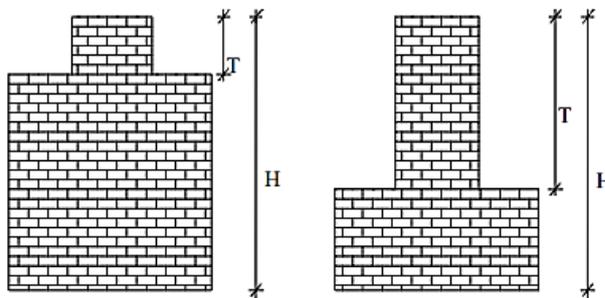
Nota. Esta tabla muestra los criterios estructurales para la asignación de categorías desde menor vulnerabilidad (A) a mayor vulnerabilidad (D) para el parámetro configuración en planta.

2.2.4.3.3.7. PARÁMETRO N° 7: CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

En la evaluación del parámetro, se toma en cuenta que la variación en la elevación puede deberse a configuraciones como se muestra en la Figura 66 que se presenta a continuación. En el caso de edificios de mampostería, sobre todo para los más antiguos, la principal causa de irregularidad está constituida por la presencia de torretas. Para ello, se consideran las dimensiones H y T, lo que permite identificar fácilmente variaciones excesivas en la altura entre dos pisos consecutivos. En esta evaluación, se excluyen estructuras de pequeñas dimensiones como chimeneas, salidas de ventilación, y otros elementos similares.

Figura 66

Configuración en elevación de la estructura.



Nota. Adaptado de *Estudio de Riesgo Sísmico en la Ciudad de Chiclayo, Zona Este*, por Quesquén (p.46), 2020.

El valor del parámetro se obtiene calculando RL que es la relación entre la variación de altura mínima (T) y máxima (H) del edificio (Ecuación 27).

Ecuación 27

Separación máxima entre muros.

$$RL = \frac{H - T}{H}$$

Donde:

- RL= Relación de alturas mínima y máxima (m).
- H = altura mínima (m).
- T = altura máxima (m).

Además, en la evaluación de este parámetro, se reporta la variación de masa en porcentaje $\pm \Delta M/M$ entre dos pisos sucesivos, siendo M la masa del piso

más bajo y utilizando el signo (+) si se trata de aumento o el (-) si se trata de disminución de masa hacia lo alto del edificio. La anterior relación puede ser sustituida por la variación de sus áreas respectivas $\pm \Delta A/A$, evaluando en cualquiera de los dos casos el más desfavorable (Ecuación 28). No obstante, para efectos prácticos de la presente investigación se optará por la variación de áreas.

Ecuación 28

Variación de áreas.

$$\text{Variación de áreas} = \frac{\pm \Delta A}{A}$$

Donde:

- $\pm \Delta A$ = Diferencia entre áreas de pisos sucesivos (m).
- A = Área del piso inferior (m).

Asimismo, para este parámetro se verifica si la edificación presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo con la Norma Técnica Peruana E.030 “Diseño Sismorresistente” del RNE, en la cual se evalúa si la edificación presenta discontinuidad en los sistemas resistentes (Figura 67), irregularidad geométrica vertical (Figura 68), irregularidad de masa o peso (Figura 69), irregularidad de rigidez (piso blando, Figura 70) o irregularidad de resistencia (piso débil, Figura 71).

Figura 67

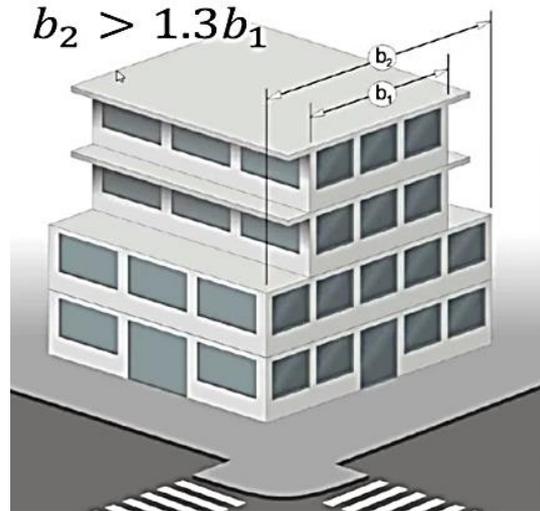
Discontinuidad en los sistemas resistentes, la columna medianera, tiene su base en una viga de entrepiso, no en la cimentación.



Nota. Adaptado de *Malas prácticas en la construcción* (p.76), por Camani, 2016.

Figura 68

Irregularidad geométrica vertical, un edificio presenta esta irregularidad si la dimensión en planta de la estructura sismorresistente, (dimensión sin considerar voladizos), es mayor al 130 % de la dimensión correspondiente al piso adyacente, en la figura si $b_2 > 1.3b_1$.



Nota. Adaptado de *Comentarios a la Norma Peruana E.030 Diseño Sismorresistente* (p.43), por Muñoz, 2020.

Figura 69

Irregularidad de masa o peso en pisos superiores al primer piso.



Nota. Adaptado de *Construcción y refuerzo de la vulnerabilidad en dos espacios marginales de Lima* (p.62), por Robert, 2009.

Figura 70

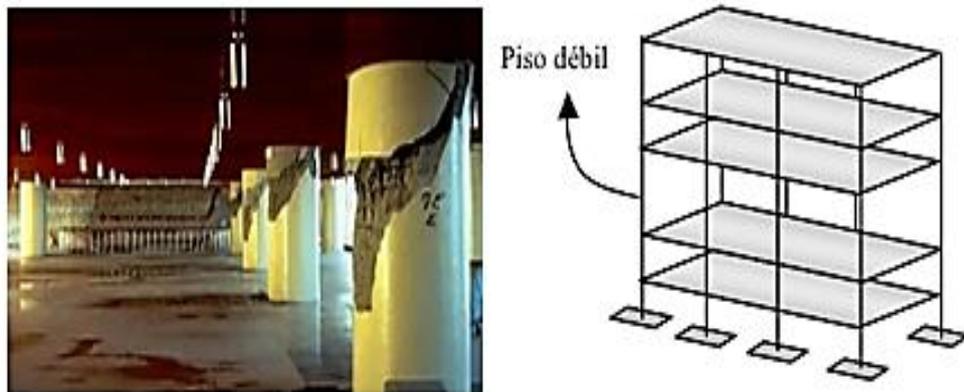
Irregularidad de rigidez, formación de rótulas y colapso de edificios con piso blando.



Nota. Adaptado de *Investigaciones en Albañilería* (p.27), por Bartolomé, 2023.

Figura 71

Irregularidad de resistencia o piso débil.



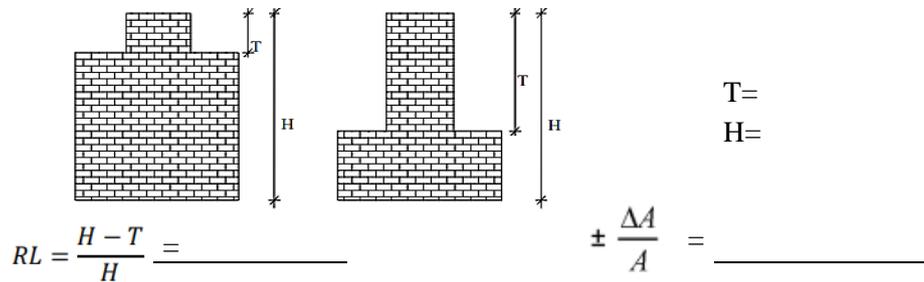
Nota. Adaptado de *Criterios fundamentales para el diseño sismorresistente* (p.51), por Blanco, 2012.

En conclusión, el parámetro 7, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 29.

Tabla 29

Asignación de categorías para el parámetro configuración en elevación.

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:



- A** $RL > 0.66$; $+-\Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil).
- B** $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq +-\Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030.
- C** $RL \leq 0.33$; $20\% \leq +-\Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030.
- D** $RL \leq 0.33$; $+-\Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030.

Nota. Esta tabla muestra los criterios estructurales para la asignación de categorías desde menor vulnerabilidad (A) a mayor vulnerabilidad (D) para el parámetro configuración en elevación.

2.2.4.3.3.8. PARÁMETRO N° 8: SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS

Este parámetro evalúa la existencia de muros maestros (portantes) intersecados por muros transversales (no portantes) ubicados a distancias excesivas entre ellos. La calificación se define en función de la relación L/S (Ecuación 29), donde "L" es el espaciamiento máximo de los muros transversales y "S" el espesor del muro maestro, evaluando siempre la relación más desfavorable (Figura 72). Este parámetro señala que, al incrementarse la separación máxima debido a la eliminación de muros internos secundarios, se afecta la vulnerabilidad sísmica del edificio (Figura 73). Este es un efecto común en las ampliaciones y remodelaciones arquitectónicas realizadas en construcciones existentes, generalmente debido a cambios de uso en ciertos pisos de estas edificaciones.

Ecuación 29

Separación máxima entre muros.

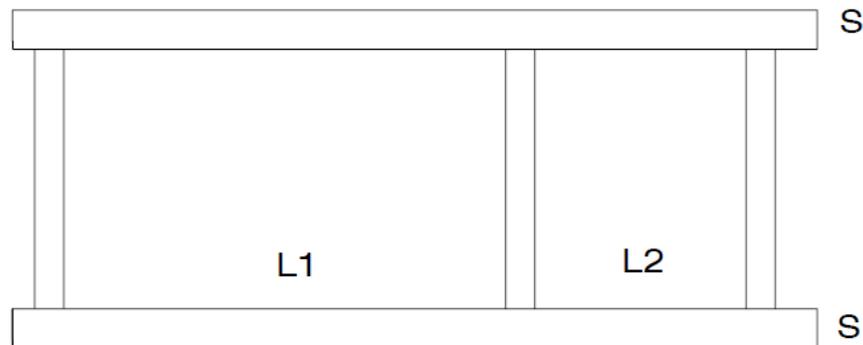
$$\text{Separación Máxima entre muros} = \frac{L}{S}$$

Donde:

- L1, L2 = Distancia en metros entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes.
- S = Espesor de Muro Portante en metros considerando para arcilla valores entre 0.13 m y 0.23 m (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado).

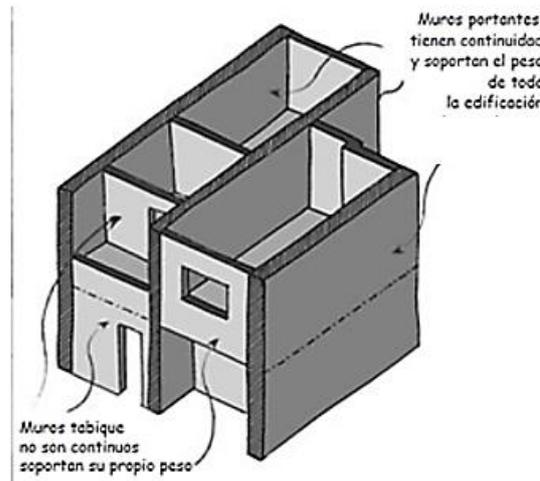
Figura 72

Separación máxima en planta entre muros transversales a los muros maestros.



Nota. Adaptado de *Estudio de Riesgo Sísmico en la Ciudad de Chiclayo, Zona Este*, por Quesquén (p.46), 2020.

Figura 73
Muros portantes y muros no portantes.



Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.16), por Aceros Arequipa, 2023.

En conclusión, el parámetro 8, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 30.

Tabla 30
Asignación de categorías para el parámetro separación máxima entre muros.

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: _____ m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): _____ m

-L/S= _____

- A Edificio con $L/S < 15$
- B Edificio con $15 \leq L/S < 18$
- C Edificio con $18 \leq L/S < 25$
- D Edificio con $L/S \geq 25$

Nota. Esta tabla muestra los criterios estructurales para la asignación de categorías desde menor vulnerabilidad (A) a mayor vulnerabilidad (D) para el parámetro separación entre muros.

2.2.4.3.3.9. PARÁMETRO N° 9: TIPO DE CUBIERTA

Este parámetro evalúa la capacidad de la cubierta y/o el diafragma rígido (losa aligerada o maciza) para resistir las fuerzas sísmicas. Se toman en cuenta factores como la forma, calidad, estabilidad, conexiones adecuadas y peso de la cubierta, ya que estos elementos determinan su eficiencia estructural y se utilizan para su clasificación.

Las cubiertas son elementos constructivos que buscan proteger las edificaciones de posibles daños de agentes externos, ofrecer protección al edificio contra los agentes climáticos y darle seguridad. Con el paso del tiempo, otras características empezaron a ser relevantes: la eficiencia energética, el aislamiento acústico y el diseño estético que puede aportar a la eficiencia y apariencia de la construcción.

En la fabricación de cubiertas se pueden utilizar distintos materiales: paja, zinc, acero galvanizado, calamina metálica o de cemento-asbesto, fibrocemento (Eternit), policarbonato, elementos en arcilla, entre otros. La elección del material más adecuado para cada tipo de vivienda está en función del diseño arquitectónico, confort acústico y térmico, durabilidad ante agentes climáticos del área del proyecto y obviamente la relación beneficio costo de cada material.

Por ello, en el presente parámetro se evalúa si la cubierta es estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas (Figura 74), o si está anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc.). Esta cubierta ligera deberá estar bien conectada a la estructura o se desplomará en caso de sismo representando un riesgo mortal para sus habitantes (Figura 75).

Asimismo, si existe losa aligerada o maciza esta debe ser estable y debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas, además la luz libre que se tiene de viga a viga es menor a 3.5 m

Figura 74

Cubierta liviana provista de tijerales conectada a la edificación.



Nota. Adaptado de *Cobertura liviana*, por perfiles Blanco, 2023 (www.perfilesblanco.com/estructuras-aligeradas).

Figura 75

Cubierta en mal estado y conectada de forma deficiente a la edificación.



Nota. Adaptado de *Cobertura en mal estado*, por Diario Correo, 2012 (<https://diariocorreo.pe/noticias/desastres-naturales/>)

En conclusión, el parámetro 9, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 31.

Tabla 31

Asignación de categorías para el parámetro tipo de cubierta.

9. TIPO DE CUBIERTA:

- La edificación presenta las siguientes características:
- Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas.
- A**
- Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc).
 - Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas.
- B** Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A.
- C** Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura.
- D** Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar.

Nota. Esta tabla muestra los criterios estructurales para la asignación de categorías desde menor vulnerabilidad (A) a mayor vulnerabilidad (D) para el parámetro tipo de cubierta.

2.2.4.3.3.10. PARÁMETRO N° 10: ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Este parámetro evalúa el efecto de elementos y componentes que no forman parte del sistema estructural de la edificación como balcones, volados, cornisas, parapetos y tanques de agua, las cuales sobresalen de la estructura y podrían caer, ocasionando daños y poniendo en riesgo la vida de las personas durante un sismo (Figura 76).

Figura 76

Parapetos del Hotel Fillmore destruidos por el Terremoto de Northridge, EE. UU. en 1994.



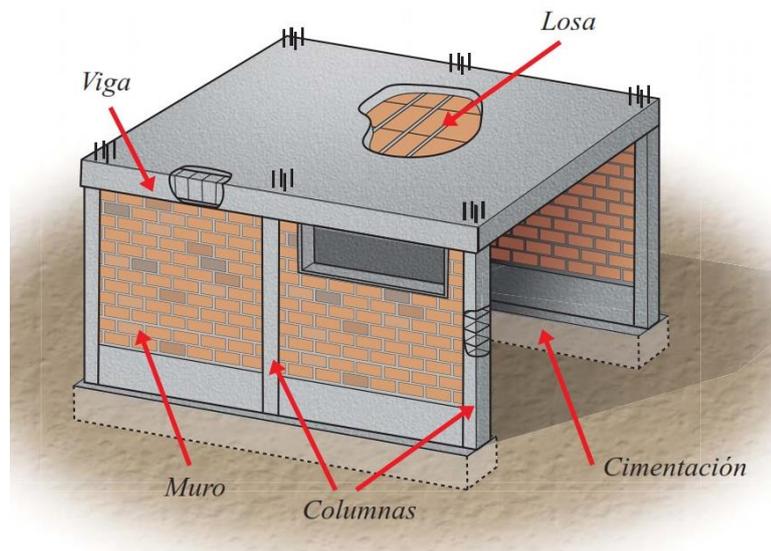
Nota. Adaptado de *Parapetos del Hotel Fillmore*, por Diario Daily News, 1994, (<https://www.dailynews.com/building-safety- earthquake/>).

Históricamente, los profesionales dedicados al estudio del daño sísmico se han enfocado en el desempeño de los sistemas estructurales y en las formas de mitigar el daño estructural, pero a medida que se buscan mejores desempeños sísmicos, y dada la lógica de la demanda pública por un mayor nivel de sismo protección, es importante comprender la importancia del daño a los componentes no estructurales (FEMA 74, 1994). Durante los movimientos telúricos, estos elementos son los causantes de muertes y accidentes por desprendimiento de las estructuras.

En un edificio, podemos diferenciar claramente los elementos estructurales (Figura 77), luego cuando está terminado con su contenido, sus anexos, sus servicios y utilidades o incluso identificados como elementos no estructurales (Figura 78). En la mayoría de los casos, los elementos relacionados con los acabados van apoyados y/o fijados a la estructura.

Figura 77

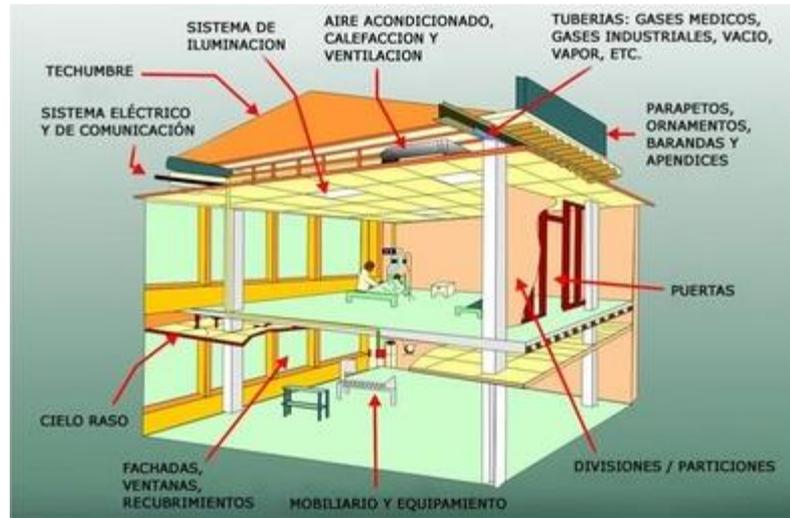
Elementos estructurales de vivienda de albañilería confinada.



Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.05), por Aceros Arequipa, 2023.

Figura 78

Elementos no estructurales en una vivienda.



Nota. Adaptado de *Evaluación de respuesta de elementos de construcción no estructurales* (p.56), por Taghavi y Miranda, 2002.

Varias características físicas hacen que los elementos no estructurales de los edificios sean particularmente vulnerables a los efectos de los terremotos. (R Villaverde, Análisis sísmico y diseño de elementos no estructurales). Una de estas características es que no están sujetos al movimiento del terreno generado por un sismo, sino a los movimientos amplificados generados por la respuesta dinámica del edificio, por lo que la respuesta de un elemento no estructural tiene características que no son comunes en la respuesta de una estructura convencional.

Por ejemplo, si una persona está sentada dentro de un vehículo en movimiento, cuando el vehículo se detiene repentinamente, la persona sentada sin cinturón de seguridad se deslizará fuera del asiento con riesgo de lesiones.

En conclusión, el parámetro 10, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 32.

Tabla 32

Asignación de categorías para el parámetro elementos no estructurales.

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

- A**
 - Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.
 - Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto.
 - Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared.
- B**
 - Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente.
- C**
 - Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad.
- D**
 - Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura.
 - Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto.
 - Edificio con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado.

Nota. Esta tabla muestra los criterios estructurales para la asignación de categorías desde menor vulnerabilidad (A) a mayor vulnerabilidad (D) para el parámetro elementos no estructurales.

2.2.4.3.3.11. PARÁMETRO N° 11: ESTADO DE CONSERVACIÓN

Este parámetro evalúa el estado de conservación de la edificación considerando en primer término su antigüedad, debido a que los materiales de construcción que conforman la estructura se van deteriorando con el transcurrir de los años, lo que resulta en una pérdida de su capacidad de resistencia (Figura 79).

Figura 79

Casonas en mal estado del jirón Chiclayo, en el Rímac.



Nota. Adaptado de *Casonas en mal estado*, por Diario ANDINA, 2017 (<https://andina.pe/agencia/noticia-casona>).

Para edificaciones comunes (viviendas), es usual considerar un tiempo de vida útil efectivo de 50 años (tiempo de exposición) y aceptar sólo 10% de probabilidad de excedencia; esto nos lleva a la aceleración pico de los sismos que tienen un periodo de retorno de 475 años aproximadamente (Muñoz, 2020).

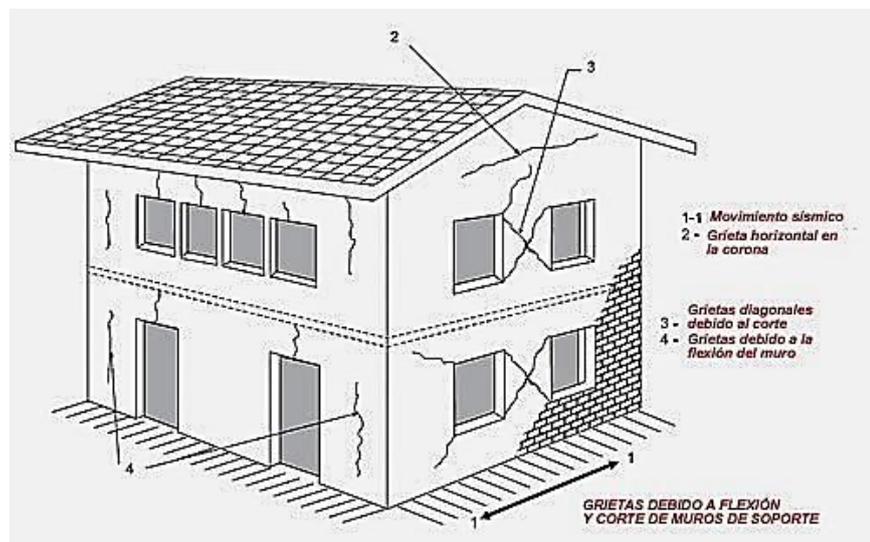
Además, se evalúa la existencia de daños internos en la estructura como la formación de grietas o fisuras (Figura 80).

La diferencia entre grieta y fisura está en que las grietas atraviesan al elemento constructivo en todo su espesor y las fisuras no, ya que apenas es una abertura pequeña que es superficial y que no excede de 1.5 mm. Existen muchas razones que motivan su aparición, como por ejemplo las condiciones ambientales (cambios de temperatura o humedad), los movimientos telúricos, errores de diseño o el asentamiento de cimentaciones en los primeros periodos luego de la construcción.

Estas pueden presentarse en paredes, techo, vigas o columnas y son señales de alerta que nos dicen mucho acerca de la salud de nuestra vivienda.

Figura 80

Grietas debido a flexión y corte de muros de soporte.



Nota. Adaptado de *Grietas debido a la flexión*, por Protección Civil Tuxtla Gutiérrez, 2017, (<http://www.proteccioncivil.tuxtla.gob.mx/grietas-flexion>).

Las grietas pueden formarse en diferentes magnitudes:

- Una grieta menor a 2 mm suele no es peligrosa a menos que sea generalizada, en ese caso pedir una evaluación.

- Si la grieta es de entre 2 mm y 5 mm se recomienda reparar la grieta rellenándola. Si es generalizada en muchos lugares de la casa, se recomienda no habitarla hasta que sea revisada.
- Si es de 5 mm a 1 cm, se recomienda no habitar la zona de la casa cercana al daño, y ver si se puede reparar inmediatamente. En caso de que la grieta sea mayor a 1 cm, se recomienda abandonar el inmueble hasta que sea revisado (Figura 81).

Figura 81

Vivienda inhabitable debido a grietas de considerables dimensiones.



Nota. Adaptado de *Viviendas inhabitables*, por Diario Vanguardia, 2022 (<https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/viviendas-inhabitables>).

Asimismo, en este parámetro se toma en cuenta si la edificación presenta corrosión del acero de refuerzo de vigas y columnas debido a recubrimiento insuficiente o por la existencia de cangrejas y fisuras por donde entra humedad (Figura 82).

Figura 82

Corrosión del acero de refuerzo de columna por cangrejas.



Nota. Adaptado de *Manual de Construcción para Maestros de Obra* (p.33), por Aceros Arequipa, 2023.

En conclusión, el parámetro 11, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 33.

Tabla 33

Asignación de categorías para el parámetro estado de conservación.

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

- A** Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura.
 - B** Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros.
 - C** Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería.
 - D** Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años.
-

Nota. Esta tabla muestra los criterios estructurales para la asignación de categorías desde menor vulnerabilidad (A) a mayor vulnerabilidad (D) para el parámetro estado de conservación.

2.2.4.4. FUNCIONES DE VULNERABILIDAD

La función de vulnerabilidad de una estructura se refiere a una descripción gráfica o matemática de su susceptibilidad a varias intensidades del movimiento del suelo, preferiblemente medidas en términos de aceleración máxima del terreno o categorías en escalas macrosísmicas (Marín, 2012).

Una vez que se comprende cómo diferentes tipos de estructuras responden a diversas intensidades de vibración del suelo, es posible realizar una proyección o estimación de los daños anticipados que podrían experimentar estas estructuras en eventos futuros. Por este motivo, las funciones de vulnerabilidad, que se derivan de la evaluación de pérdidas específicas en elementos existentes, son información fundamental para evaluar la vulnerabilidad y el riesgo en general. Conocidos tanto el peligro sísmico como la vulnerabilidad de las estructuras, la combinación de estas dos variables permite determinar el riesgo sísmico mediante un proceso de convolución.

Aguiar (1994) propone como ejemplo de funciones de vulnerabilidad las curvas de regresión teóricas que se presentan en la Figura 83. Estas curvas se caracterizan por las siguientes consideraciones:

- La vulnerabilidad V se define en una escala desde 0 hasta α o si se utiliza el índice de vulnerabilidad I_v desde 0 hasta 382.5.
- El daño D , se define en una escala desde 0 hasta 1.
- Cuando la vulnerabilidad es nula, el daño esperado debe ser cero.
- Cuando la vulnerabilidad tiende a α , el daño debe tender a la unidad.
- Cuando la vulnerabilidad se incrementa, el daño también se incrementará.
- Cuando la vulnerabilidad es pequeña el daño esperado es casi inexistente, es decir, la curva es tangente al eje de las abscisas en el origen.

Todas las características mencionadas anteriormente se satisfacen mediante una regresión de este tipo:

Ecuación 30

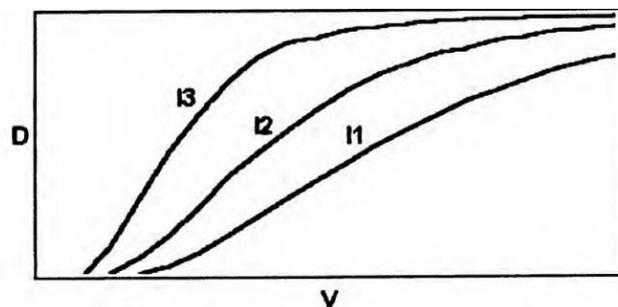
Curvas de regresión teóricas.

$$D = (1 - e^{-\alpha V})^\beta, \beta > 1$$

Los coeficientes de regresión α y β varían en función de la intensidad sísmica de los datos que se están analizando.

Figura 83

Curvas de regresión teóricas.



Nota. Esta figura muestra las curvas de regresión teóricas que representan las funciones de vulnerabilidad que relacionan el índice de daño que puede afectar a una edificación en un escenario de sismo a partir de la vulnerabilidad sísmica propia de la estructura. Adaptado de *Vulnerabilidad Sísmica de Edificios* (p.162), por Aguiar, 1994.

Para evaluar los daños estructurales, se desarrollan funciones de vulnerabilidad adaptadas a las tipologías de edificaciones presentes en la zona de estudio. Estas funciones establecen una relación entre el Índice de Vulnerabilidad (I_v) y el Índice de Daño (ID), considerando las aceleraciones horizontales del suelo debidas a un terremoto propuesto.

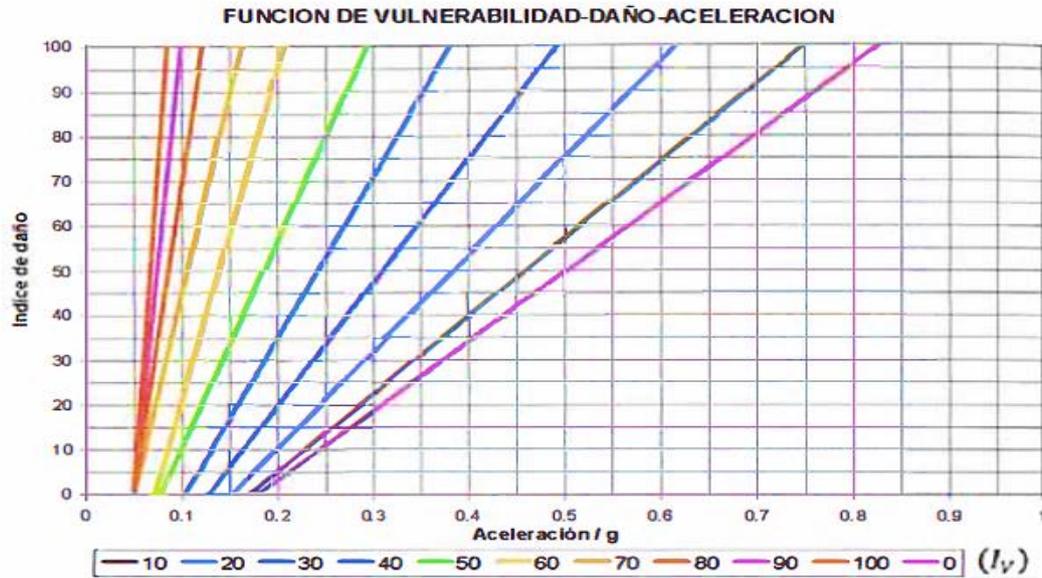
Una vez que se ha cuantificado el Índice de Vulnerabilidad para cada edificación, se construye un histograma de frecuencias relativas que incluye todos los datos del Índice de Vulnerabilidad. Estos datos tienden a seguir una distribución normal, lo cual se ajusta al teorema central del límite. Este teorema establece que si se tienen n variables aleatorias independientes (en este caso, los 11 parámetros del Índice de Vulnerabilidad) cuyas distribuciones de probabilidad sean iguales, la suma de estas variables tenderá a seguir una distribución normal, aunque es importante destacar que existen dos parámetros, el 2 y el 11, que están relacionados, es decir, no son independientes entre sí. La importancia de esta distribución radica en que asegura que cada parámetro no tenga un impacto mayor que los demás. Para utilizar estas funciones, es necesario emplear los valores normalizados del Índice de Vulnerabilidad para cada edificación.

Posteriormente, se obtienen los puntos que se definen mediante el Índice de Vulnerabilidad en el eje de las abscisas y el Índice de Daño en el eje de las ordenadas.

Las funciones de vulnerabilidad propuestas por Quispe (2004) y posteriormente aplicadas en investigaciones sobre riesgo sísmico en Huánuco por Marín (2012) y en Chiclayo por Quesquén (2020) se emplean en este contexto para edificaciones de albañilería confinada, como se muestra en la Figura 84. Estas funciones se utilizan para prever los daños estructurales al relacionar el Índice de Vulnerabilidad (I_v) con el Índice de Daño (ID), considerando las aceleraciones horizontales del suelo debidas a un escenario de sismo propuesto.

El Índice de Vulnerabilidad se empleó como un paso intermedio para estimar los daños en las edificaciones en respuesta a una acción sísmica específica. Para cada índice, se presenta una línea en la Figura 84, con colores distintos para cada uno. La magnitud del daño se representa en una escala normalizada que va de 0 a 1, lo cual refleja el costo requerido para restaurar la condición inicial del edificio en relación con su valor real. Valores altos de D (entre 0.9 y 1) indican un colapso completo del edificio. Por simplicidad, las curvas de daño se han modelado de forma trilineal, definidas por dos puntos clave: el punto en el que se inicia el daño ($D > 0$) y el punto en el que el edificio colapsa por completo ($D = 1$). Las ecuaciones que describen estas líneas se detallan en la Tabla 34.

Figura 84
Funciones de vulnerabilidad para edificaciones de albañilería confinada.



Nota. Esta figura muestra las rectas de las funciones de vulnerabilidad empleadas en esta investigación para determinar el índice de daño a partir de la aceleración máxima del suelo, de acuerdo con el índice de vulnerabilidad de la edificación en un rango de 0 a 100%. Adaptado de *Evaluación del riesgo sísmico en la ciudad de Ayacucho* (p.116), por Quispe, 2004.

Tabla 34
Ecuaciones de las curvas de Índice de Daños para Albañilería Confinada.

| Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) | Ecuaciones de las curvas de Índice de Daño para Albañilería Confinada |
|---|---|
| 100 | $ID=2842(a/g)-141.36$ |
| 90 | $ID=2016.3(a/g)-100.62$ |
| 80 | $ID=1373.3(a/g)-68.705$ |
| 70 | $ID=891.49(a/g)-44.89$ |
| 60 | $ID=739.79(a/g)-53.642$ |
| 50 | $ID=460.7(a/g)-35.961$ |
| 40 | $ID=360.93(a/g)-37.682$ |
| 30 | $ID=274.45(a/g)-35.272$ |
| 20 | $ID=215.51(a/g)-32.912$ |
| 10 | $ID=172.61(a/g)-29.393$ |
| 0 | $ID=154.46(a/g)-27.754$ |

Nota. Esta tabla muestra las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad que relacionan el índice de daño y la aceleración máxima del suelo, de acuerdo con cada índice de vulnerabilidad normalizado que pueda tener la estructura en un rango de 0 a 100%. Adaptado de *Evaluación del riesgo sísmico en la ciudad de Ayacucho*, por Quispe, 2004.

2.2.5. RIESGO SÍSMICO

2.2.5.1. DEFINICIÓN

El riesgo sísmico es una magnitud que incorpora el peligro sísmico, la vulnerabilidad y la probabilidad de daños por movimientos sísmicos en un lapso específico. Es importante no confundir este término con el peligro sísmico, que se enfoca en la probabilidad de que ocurra una determinada aceleración del suelo debido a eventos sísmicos, lo que podría resultar en daños a las edificaciones y causar lesiones o pérdidas de vidas humanas.

En consecuencia, el riesgo sísmico se caracteriza como el nivel anticipado de pérdidas, destrucción o daño resultante de la eventualidad de un evento sísmico específico. Se encuentra vinculado a la probabilidad de que se manifieste un fenómeno geodinámico riesgoso y a la susceptibilidad de la población expuesta, en función de sus circunstancias socioeconómicas.

El riesgo sísmico se ve influenciado por factores como la probabilidad de que ocurra un evento sísmico o terremoto, los potenciales efectos locales de amplificación de las ondas sísmicas, la dirección de las mismas, entre otros. Además, la vulnerabilidad de las edificaciones y otras instituciones desempeña un papel importante, junto con la presencia de residentes y activos que puedan resultar afectados por el evento.

El riesgo sísmico depende fuertemente de la cantidad y tipo de asentamientos humanos del lugar. Aunque el peligro potencial sísmico es muy alto en Yakutat (Alaska), el riesgo sísmico es pequeño porque es una región muy deshabitada. En cambio, el peligro sísmico no es tan grande en Managua, porque allí los grandes sismos no suelen ser tan frecuentes como en Yakutat, pero la cantidad de personas que viven allí, la cercanía a las fallas, y el tipo de construcción, hacen que el riesgo sísmico sea muy grande; esto es claro al comparar el número de víctimas, para uno y otro lugar.

Una definición amplia y completa del riesgo sísmico, establecida por (UNDRO, 1989), implica lo siguiente:

$$\text{Riesgo sísmico} = \text{Peligro sísmico} \times \text{vulnerabilidad sísmica} \times \text{exposición} \times \text{coste de reposición}$$

Asimismo (Rossetto y Grant, 2010) establecieron la siguiente relación:

$$\text{Riesgo sísmico} = \text{Peligro sísmico} \times \text{vulnerabilidad sísmica} \times \text{exposición.}$$

Aquí, la exposición se define como la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales, recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que podrían verse impactados por la manifestación de una amenaza, como un terremoto. (Yamin, Ghesquiere, Cardona, & Ordaz, 2013).

Por otro lado, (Kuroiwa, 2016) simplifica el riesgo sísmico como una función de la vulnerabilidad y el peligro sísmicos, expresándolo como:

$$R (\text{riesgo sísmico}) = \text{Vulnerabilidad de la vivienda (V)} \times \text{peligro sísmico.}$$

En resumen, el riesgo sísmico depende de la ubicación de las estructuras y su nivel de exposición. Reducir la vulnerabilidad de las edificaciones es un desafío clave para mitigar el riesgo, dado que el peligro sísmico es inherentemente impredecible.

2.2.5.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO

En la presente investigación, para evaluar el riesgo sísmico se estima el nivel de daño de las edificaciones utilizando las funciones de vulnerabilidad, las cuales relacionan el índice de vulnerabilidad normalizado (Ivn) con el índice de daño (ID) condicionado por la aceleración máxima del suelo.

2.2.5.3. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DAÑO (ID)

Para determinar el daño estructural de un grupo de edificaciones se recurre a las curvas de fragilidad o funciones de vulnerabilidad que permiten relacionar el índice de vulnerabilidad normalizado (Ivn), con un índice de daño (ID) condicionado por un parámetro que describe el movimiento del terreno; este parámetro puede ser la aceleración máxima PGA u otro parámetro (Marín, 2012).

El índice de daño se expresa en una escala normalizada entre valores de 0 y 1, ($0 < ID < 1$), donde valores cercanos a 1 indican el daño total o máximo que puede sufrir la edificación.

2.2.5.4. CLASIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO SÍSMICO

Para la clasificación de los niveles de riesgo sísmico, en la Tabla 35 se indica mediante los niveles de daño que pueden sufrir las edificaciones, en un rango de

daño de 0 a 100%, y la definición de cada uno de los mismos, según el parámetro de intensidad sísmica aplicada, que pueden sufrir diferentes clases de edificios después de un terremoto.

Tabla 35

Descripción de escalas y niveles de Riesgo Sísmico.

| Nivel de Riesgo Sísmico | Índice de daños (%) | Definición |
|--------------------------------|----------------------------|---|
| Ninguno | 0 - 2.5 | El daño a los elementos estructurales es insignificante con pequeñas grietas en los elementos no estructurales. No se requieren costos de reparación y el efecto sobre el comportamiento estructural es insignificante. |
| Ligero | 2,5 - 7,5 | El daño a los elementos no estructurales es generalizado y provoca el desprendimiento de tejas. Posible presencia de grietas en elementos estructurales como muros de carga, vigas o columnas, donde un pequeño porcentaje de la estructura requiere reparación. El efecto sobre el comportamiento estructural es mínimo. |
| Moderado | 7.5 - 15 | El daño a elementos no estructurales es muy importante y el costo de reparación aumenta. Los daños a los elementos estructurales pueden ser significativos, afectando en menor porcentaje el comportamiento estructural, sin embargo, la estabilidad de la estructura no se ve comprometida. |
| Considerable | 15 - 30 | El daño a los elementos estructurales es significativo y requiere reparaciones extensas, aunque no es necesario abandonar el edificio. El costo de reparación puede ser un porcentaje significativo del costo de la estructura. |
| Fuerte | 30 - 60 | El daño a los elementos estructurales es muy importante y el riesgo de estabilidad estructural es alto. En la mayoría de los casos, el costo de la reparación puede ser un porcentaje muy importante del costo de la estructura y es necesario abandonar el edificio por seguridad de las personas. |
| Severo | 60 - 90 | El daño a los elementos estructurales es muy considerable y la estabilidad de la estructura es peligrosa. El costo de la reparación es igual o superior al costo del edificio y se recomienda su demolición. Además, se requiere la evacuación del edificio. |
| Colapso | 90 - 100 | Edificio declarado en ruinas, derrumbe total. |

Nota. Esta tabla clasifica los niveles de riesgo sísmico según los posibles daños en edificaciones desde ninguno hasta colapso, expresados en un rango del 0 al 100%. La categorización se basa en la intensidad sísmica aplicada y se utiliza para caracterizar el índice de daño, determinando el nivel de riesgo sísmico correspondiente. Adaptado de *Desempeño sísmico esperado de los edificios*, por Earthquake Engineering Research Institute of California (EERI), 1994.

En resumen, una vez determinado el índice de daño de cada edificio, es necesario caracterizar dicho valor de daño mediante un nivel de riesgo sísmico a partir de los mismos, para ello se utilizó la Tabla 35, la cual es recomendada por el Earthquake Engineering Research Institute of California (EERI). En este caso, los datos del índice de daño se obtuvieron en el paso anterior como resultado de las funciones de vulnerabilidad, además, el nivel de daño estructural se considera: Ninguno, Ligero, moderado, considerable, fuerte, severo o colapso.

Asimismo, en la Tabla 35 se hace una breve definición de los daños estructurales y elementos no estructurales que implica cada nivel de daño, incluyendo el costo de reparación estructural. Esto permite dar una mejor idea de las consecuencias que puede traer un eventual sismo de cierta magnitud.

2.2.5.5. ANÁLISIS DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS

Las pérdidas económicas derivadas de un sismo se atribuyen principalmente a las siguientes causas:

- **Daños estructurales directos**, como la falla de vigas, losas, columnas y muros.
- **Impactos indirectos**, relacionados con elementos no estructurales y pérdida de servicios, lo que las aseguradoras llaman pérdidas por contenido y lucro cesante.

De acuerdo con el Manual para la Evaluación de Riesgos por Fenómenos Naturales (CENEPRED, 2016), la cuantificación de los daños y pérdidas debidos al impacto de una amenaza se expresa en términos del costo económico aproximado asociado a la afectación de los elementos expuestos, de esta manera:

$$Pérdida = Índice Daño estimado \times Costo de edificación$$

El índice de daño estimado en las edificaciones varía según la aceleración en roca en diferentes escenarios de sismos (Marín, 2012). El costo de las construcciones varía en función del material predominante, acabado, uso y ubicación geográfica. Además, se debe calcular el valor de las edificaciones en la zona sin considerar el mobiliario ni el lucro cesante.

2.2.5.5.1. CALCULO DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA DE EDIFICACIONES

Por lo tanto, en base a lo expuesto, en la presente investigación se determinaron las pérdidas económicas en todas las edificaciones debido a los diferentes tipos de escenarios de sismos mediante la siguiente Ecuación 31:

Ecuación 31

Calculo de las Pérdidas Económicas de Edificaciones.

$$\text{Pérdidas Económicas} = \sum (\text{Índice de daño estimado "ID"}) \times (\text{Valor de la edificación construida "VE"})$$

El valor de la edificación (VE) toma en cuenta las características constructivas, los acabados y los materiales predominantes empleados en la edificación, así como los valores unitarios actualizados de las diferentes partidas de la construcción utilizando el Reglamento Nacional de Tasaciones; por ello el valor de la edificación construida “VE” es comúnmente determinada como el producto del área total techada construida “AT” en m², el valor unitario de la edificación “VUE” en S/ por m² y por el valor de la diferencia entre la unidad con el factor de porcentaje de depreciación hallado a partir del estado de conservación y antigüedad de la construcción. El cálculo del valor de la edificación construida “VE” se realizará mediante la Ecuación 32.

Ecuación 32

Calculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

Donde:

- **AT** = Área Techada (m²)
- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²)
- **P** = Porcentaje para depreciación

En esta investigación se utilizó el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación para la Costa emitidos por el Reglamento Nacional de Tasaciones publicado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). Los datos necesarios para emplear este enfoque involucran información sobre diversas características de la edificación, como sus muros, techos, pisos, puertas y ventanas, revestimientos, baños, instalaciones eléctricas y sanitarias. Además,

se considera el uso de la edificación, el material principal utilizado y su estado de conservación. Todos estos atributos se codifican siguiendo la tabla de valores unitarios proporcionada por el MVCS anualmente (Anexo 5).

El factor de porcentaje de depreciación es hallado a partir del estado de conservación y antigüedad de la construcción, la cual se determina en el cuadro de depreciaciones estipulada en el Reglamento Nacional de Tasaciones. (Anexo 5). Posteriormente se calcula el total de las pérdidas económicas de cada edificación en la zona en evaluación para cada tipo de escenario de riesgo sísmico, las cuales representaran las pérdidas máximas probables “PML”.

2.2.5.5.2. PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE (PML)

Las "Pérdidas Máximas Probables" o "PML" (Probable Maximum Loss) en una región específica representan una estimación de las pérdidas máximas que podrían ocurrir tras un evento sísmico. Estas pérdidas se emplean como información para evaluar la capacidad financiera de una compañía de seguros o un fondo de emergencia (Quesquén, 2020).

Esta es una metodología desarrollada por La Plataforma de Evaluación Probabilística del Riesgo conocido como CAPRA (Central American Probabilistic Risk Assessment) a través de una alianza estratégica con el Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres en América Central y República Dominicana (CEPRENAC), Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres (EIRD), el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que facilita una mejor comprensión del riesgo asociado a los fenómenos naturales, como los terremotos, que ocurren en áreas específicas.

Este enfoque se fundamenta en un análisis probabilístico que incorpora los elementos esenciales para evaluar los riesgos sísmicos. Esto implica considerar una variedad de eventos sísmicos posibles, con diferentes magnitudes y ubicaciones, en lugar de limitarse a uno solo.

Para calcular las "Pérdidas Máximas Probables" (PML), se toman en cuenta principalmente dos factores: el periodo de retorno del evento y el valor máximo de daño que podría superarse con cierta probabilidad, teniendo en cuenta todos los sismos que tienen el periodo de retorno del evento especificado.

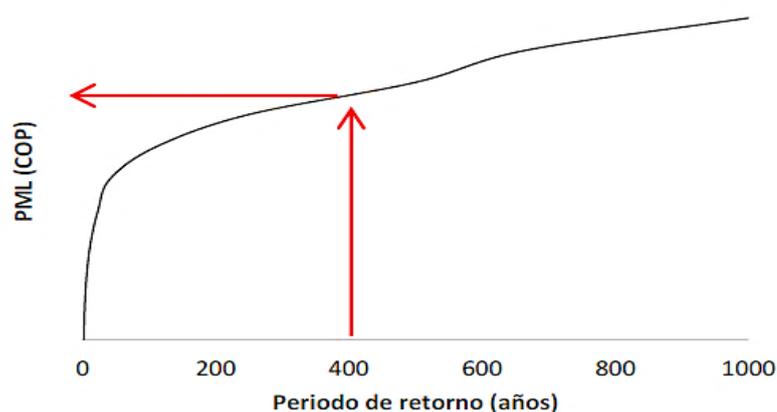
2.2.5.5.3. CURVA DE PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE (PML)

Se trata de la distribución de las pérdidas en relación con el periodo de retorno, que está vinculado a la aceleración anticipada en la región y su probabilidad de excedencia. Este enfoque se emplea para estimar la "Pérdida Máxima Probable" (PML), una estimación de las pérdidas máximas razonables que podrían ocurrir en el área de estudio durante un período de exposición determinado.

Es importante destacar que las pérdidas económicas más elevadas no necesariamente se producirán en las zonas con un alto índice de daño. Las pérdidas económicas dependen de factores como la superficie construida, el número de pisos y el tipo de edificaciones en la zona (Quesquén, 2020).

De la curva de PML se pueden definir valores de pérdida para periodos de retorno arbitrarios. La selección del periodo de retorno de la PML depende exclusivamente de la aversión al riesgo del tomador de decisiones. La Figura 85 muestra un ejemplo de una curva de PML, en donde, a partir de un período de retorno seleccionado en el eje horizontal, que en este ejemplo es de 400 años, se puede determinar el valor de la pérdida en el eje vertical, lo que indica que esta pérdida se superará en promedio cada 400 años.

Figura 85
Ejemplo de curva de PML.



Nota. Esta figura muestra que, a partir de la elección de un período de retorno específico en el eje horizontal, en este caso, 400 años, se puede calcular la pérdida correspondiente en el eje vertical. Esto señala que, en promedio, dicha pérdida se experimentará aproximadamente cada 400 años. Adaptado de *Manual de reducción del riesgo de desastres para la resiliencia: nuevos marcos para desarrollar la resiliencia ante los desastres* (p.49), por Eslamian, 2021.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Amenaza:** Se refiere a una magnitud geofísica que proporciona una estimación de la posibilidad de que ocurran terremotos en una región geográfica específica dentro de un período de tiempo particular, involucrando niveles de aceleración del suelo que excedan un valor predeterminado. En resumen, esta magnitud brinda una concepción de la probabilidad de experimentar ciertos niveles de aceleración del suelo (Mosqueira, 2018).
- **CRISIS 2007:** Módulo de CAPRA de evaluación de la amenaza sísmica y de tsunami. Permite la definición completa de un modelo sísmico para el cálculo probabilístico de la amenaza, y la determinación de escenarios estocásticos para la evaluación del riesgo. CRISIS2007 fue llevado a cabo por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional de México (UNAM) por M. Ordaz, A. Aguilar y J. Arboleda (CAPRA, 2017).
- **Concreto Armado:** Técnica constructiva que consiste en la combinación de dos materiales, el concreto y el acero de refuerzo. Estos materiales se combinan con el fin de conformar elementos estructurales como vigas, columnas, muros, fundaciones, losas entre otros (RNE-E.060).
- **Epicentro:** Punto en la superficie de la Tierra directamente sobre el foco o hipocentro de un terremoto. El foco es el lugar donde se origina el terremoto en el interior de la Tierra debido a la liberación de energía acumulada por el movimiento de las placas tectónicas. El epicentro es el punto en la superficie terrestre que está más cerca del foco del terremoto. (Goytia y Villanueva, 2001).
- **Falla Geológica:** Fractura en la corteza terrestre donde se produce el desplazamiento de bloques de rocas en direcciones opuestas. Estas fracturas pueden variar en tamaño desde pequeñas grietas casi imperceptibles hasta grandes zonas de deformación que se extienden a lo largo de cientos de kilómetros. Las fallas geológicas son el resultado de las tensiones y las fuerzas tectónicas que actúan en la corteza terrestre debido al movimiento de las placas tectónicas. (Goytia y Villanueva, 2001).
- **Funciones de Vulnerabilidad:** Una función de vulnerabilidad es una relación matemática que muestra de manera continua el daño que puede padecer un tipo específico de estructura, cuando se somete a una sollicitación sísmica de determinado nivel (Maldonado y Chio, 2010).

- **Licuefacción:** Fenómeno geológico que ocurre durante un terremoto o movimiento sísmico intenso, en el cual los materiales granulares saturados, como arenas y gravas, temporariamente pierden su rigidez y se comportan como líquidos. Este proceso se debe a la presión generada por el movimiento del suelo durante un terremoto y a la saturación del material con agua. (RNE-E.050).
- **Magnitud:** Medida cuantitativa del sismo relacionada con la energía sísmica liberada. (SNET, 2022)
- **Mampostería:** Construcción compuesto por un conjunto de elementos compuesto por piezas (piedras, adobe, ladrillo, bloques, entre otros.) y material aglutinante, como el mortero (Portilla, 2019).
- **Método de los Índices de Vulnerabilidad:** Metodología que consiste en evaluar las edificaciones mediante la observación de sus características físicas, apoyándose en cálculos simplificados, identificando los parámetros más relevantes que controlan el daño en los edificios causados por un terremoto, realizando así una calificación de la calidad del diseño y la construcción sismorresistente de los edificios mediante un coeficiente denominado Índice de Vulnerabilidad, I_v (Benedetti y Petrini, 1984).
- **Riesgo:** Nivel de posibles pérdidas que puedan afectar al edificio y a sus habitantes durante un período de tiempo en el que el edificio permanece expuesto a ondas sísmicas (Mosqueira, 2018).
- **Sismo:** También conocido como terremoto, es un fenómeno natural que ocurre cuando se libera energía acumulada en la corteza terrestre debido a la actividad tectónica. Esta liberación de energía provoca la generación de ondas sísmicas que se propagan a través de la Tierra, causando movimientos y vibraciones en la superficie y pueden tener efectos que van desde imperceptibles hasta devastadores. (IGP, 2014).
- **Viviendas autoconstruidas:** Construcción de edificaciones con personal no calificado en conjunto con los dueños de las viviendas en las cuales se evidencia deficiencias estructurales, tanto en calidad de materiales y terminación como de distribución de elementos verticales y horizontales que cumplen función portante afectando la distribución de cargas sísmicas (Portilla, 2019).
- **Vulnerabilidad:** Susceptibilidad de estructuras a daños por sismos debido a factores como diseño, construcción y ubicación geográfica. (Kuroiwa, 2002).

2.4. MARCO NORMATIVO

Las normas tomadas como referencia se indican en la Tabla 36.

Tabla 36

Marco Normativo.

| TÍTULO | RESOLUCIÓN | DESCRIPCIÓN |
|---|--|--|
| Reglamento Nacional de Edificaciones E.020 Cargas | DECRETO SUPREMO 011-2006-VIVIENDA | Establece las cargas en la construcción, definiendo las fuerzas de gravedad, sismos y vientos que deben considerarse en el diseño estructural para garantizar la seguridad de edificaciones frente a riesgos naturales y cargas estáticas. |
| Reglamento Nacional de Edificaciones E.030 Diseño Sismorresistente | RESOLUCION MINISTERIAL N° 355-2018-VIVIENDA | Establece pautas y requisitos para el diseño sísmorresistente de construcciones. Define normativas que garantizan la seguridad estructural ante sismos, protegiendo vidas y propiedades. |
| Reglamento Nacional de Edificaciones E.050 Suelos y Cimentaciones | RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 406 -2018-VIVIENDA | Establece directrices para la evaluación del suelo y diseño de cimentaciones. Define métodos y requisitos para asegurar la estabilidad y seguridad de las edificaciones en función de las condiciones geotécnicas del terreno. |
| Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 Concreto Armado | DECRETO SUPREMO N° 010-2009-VIVIENDA | Establece estándares para el diseño y construcción de estructuras de concreto armado. Define normativas técnicas que garantizan la resistencia y durabilidad de las edificaciones que utilizan este material. |
| Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 Albañilería | DECRETO SUPREMO 011-2006-VIVIENDA | Establece pautas para el diseño y construcción de estructuras de albañilería. Define normativas técnicas que aseguran la seguridad y estabilidad de edificaciones construidas con este método constructivo. |
| Reglamento Nacional de Tasaciones | Resolución Ministerial N.º 425-2022-VIVIENDA | Establece los procedimientos y estándares para la valoración de propiedades, garantizando la precisión y la justicia en las tasaciones inmobiliarias. |

Capítulo III

MATERIALES Y

MÉTODOS

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación **Aplicada**, puesto que se emplearon los conocimientos teóricos – prácticos aprendidos en clase para analizar, evaluar y determinar la amenaza y la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones, obteniendo nuevos conocimientos útiles en posteriores construcciones en la zona de estudio.

3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Investigación **Descriptivo**, puesto que es una investigación descriptiva porque mediante la recolección de datos, se describieron y evaluaron los elementos estructurales y no estructurales de las viviendas del P.J. San Juan, así como también se describieron las características sismológicas del suelo en donde se encuentran construidas, obteniendo de esa manera la amenaza, nivel de vulnerabilidad y posterior riesgo sísmico de las viviendas frente a un futuro sismo.

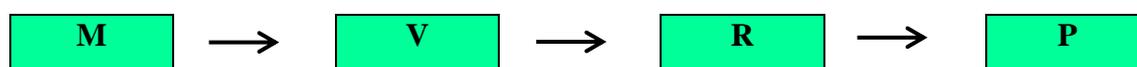
3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Investigación **No Experimental – Transversal - Descriptivo**, puesto que la investigación se realizó sin manipular deliberadamente las variables de estudio, la muestra representativa fue evaluada en un momento determinado y se describieron la amenaza y la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de acuerdo con su ambiente natural y situación actual.

Debido a que la investigación fue realizada en un período de tiempo específico, el diseño de este trabajo de investigación es transversal; finalmente, dado que la descripción de la realidad no cambió en dicho período, la investigación es descriptiva (Figura 86).

Figura 86

Diseño de la presente investigación.



Donde:

- M: Muestra: Edificaciones Autoconstruidas del P.J. San Juan – Chimbote.
- V: Variables: Amenaza Sísmica, Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones Autoconstruidas del P.J. San Juan y Riesgo Sísmico.
- R: Resultados: Nivel de Riesgo Sísmico, estimación de daños y pérdidas económicas probables de las edificaciones de la zona.
- P: Propuesta: Medidas de mitigación del riesgo sísmico en favor de viviendas que tengan altas deficiencias constructivas.

3.4. UNIDAD DE ANÁLISIS

Está representada por las edificaciones autoconstruidas para uso de viviendas del P.J. San Juan en la ciudad de Chimbote.

3.5. UBICACIÓN

El área de estudio se encuentra ubicado en el Pueblo Joven San Juan, en la Ciudad de Chimbote, Provincia de Santa, en la región de Áncash, Perú (Figura 87 y Figura 88). Es un asentamiento humano que se ha desarrollado a lo largo de los años y alberga una población diversa. Aunque los datos específicos pueden variar, generalmente se caracteriza por tener viviendas autoconstruidas y una infraestructura básica. El P.J. San Juan enfrenta desafíos en cuanto a la informalidad en la construcción y la vulnerabilidad sísmica debido a la falta de cumplimiento de las normas técnicas. Sin embargo, es importante destacar que la comunidad ha demostrado resiliencia y esfuerzo para mejorar sus condiciones de vida a lo largo del tiempo.

3.5.1. DATOS GENERALES

- Localidad: P.J. San Juan
- Distrito: Chimbote
- Provincia: Santa
- Región: Áncash
- País: Perú

3.5.2. COORDENADAS

El P.J. San Juan se encuentra localizada geográficamente:

- Latitud sur: 9°05'39"S
- Longitud oeste: 78°33'40"O
- UTM: 17L 768075.80 E 8993834.80 N

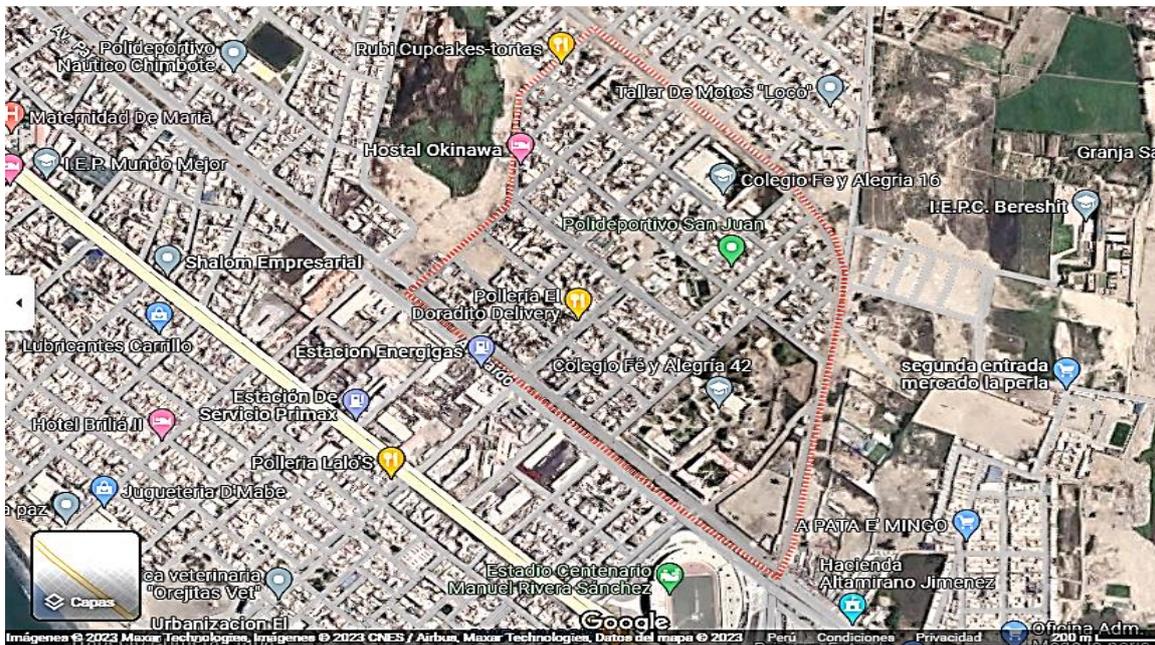
3.5.3. LÍMITES

- NORTE: Con la Laguna de San Juan.
- SUR: Con la Av. Pescadores.
- OESTE: Con la Av. José Pardo
- ESTE: Con el P.J. Villa España.

3.5.4. EXTENSIÓN

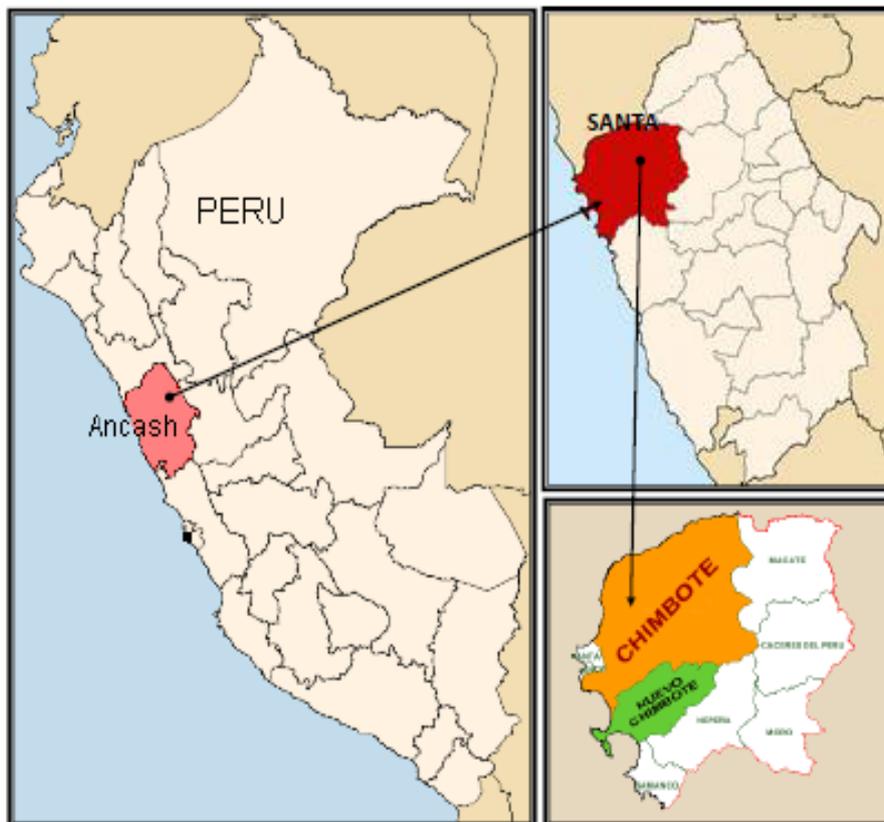
El P.J. San Juan tiene una extensión aproximada de 41.24 Ha (0.41 Km²).

Figura 87
Ubicación del P.J. San Juan, Chimbote.



Nota. Tomado de Google Maps, 2022
(<https://www.google.com/maps/place/Pueblo+Joven+San+Juan,+Chimbote+02804>)

Figura 88
Ubicación de Chimbote, en la Provincia de Santa, Departamento de Áncash.



Nota. Tomado de Google Imágenes, 2023 (<https://images.app.goo.gl/6GAed3eNhegJowBr7>).

3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.6.1. POBLACIÓN

En Estadística, se define Población como la totalidad de elementos, individuos o entidades las cuales comparten características similares entre sí. Asimismo, se entiende como Población Finita en la que el número de valores que la conforman tiene una cantidad limitada (Sucasaire, 2022).

En el presente trabajo de investigación se definió como población finita a las edificaciones, así como al suelo en donde se encuentran, ubicadas en el P.J. San Juan, Chimbote

3.6.2. MUESTRA

Para determinar el número de viviendas a evaluar, el muestreo aplicado a esta investigación fue no probabilístico – por conveniencia, debido a que se eligió un porcentaje de viviendas por cada manzana, hasta completar la cantidad de viviendas según la muestra.

En el presente trabajo de investigación se definió como muestra a las edificaciones autoconstruidas, categoría C descritas en la norma E.030, así como al suelo en donde se encuentran, ubicadas en el P.J. San Juan, Chimbote.

Para la identificación de las viviendas se solicitó información a la Gerencia de Vivienda y Urbanismo de la Municipalidad Provincial del Santa en la Ciudad de Chimbote en el cual se identificaron 740 viviendas (Ver Tabla 37), según plano de catastro otorgado por la Municipalidad (Anexo 9), los cuales están distribuidos de siguiente manera:

Tabla 37

Cuadro resumen por manzanas y lotes de las viviendas del P.J. San Juan, Chimbote.

| CUADRO RESUMEN POR MANZANAS | |
|-----------------------------|--------------------|
| MANZANA | Nº DE LOTES |
| 1 | 20 |
| 1A | 3 |
| 2 | 25 |
| 3 | 22 |
| 4 | 16 |
| 5 | 16 |
| 5A | Edificación Tipo B |
| 5B | Inhabitado |
| 6 | 10 |
| 7 | 12 |

| MANZANA | Nº DE LOTES |
|-------------------|--------------------|
| 8 | 10 |
| 9 | 22 |
| 10 | 12 |
| 10A | PARQUE |
| 11 | 32 |
| 12 | 25 |
| 13 | 26 |
| 14 | 12 |
| 15 | 16 |
| 16 | 19 |
| 17 | 20 |
| 18 | 18 |
| 19 | 21 |
| 20 | 24 |
| 21 | 26 |
| 22 | 24 |
| 23 | 19 |
| 24 | 20 |
| 25 | 19 |
| 26 | 21 |
| 27 | 23 |
| 28 | 24 |
| 28A | 23 |
| 29 | 19 |
| 29A | 13 |
| 30 | 23 |
| 30A | Edificación Tipo B |
| 31 | 27 |
| 32 | 26 |
| 33 | 26 |
| 34 | 26 |
| TOTAL (42) | 740 |

Asimismo, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

- **Criterios de inclusión:** Todas las edificaciones categoría C autoconstruidas del P.J. San Juan como viviendas, restaurantes, hoteles, depósitos, oficinas, comercio.
- **Criterios de exclusión:** Edificaciones del P.J. San Juan etapa que no estén habitadas, que estén en proceso de construcción, además de lotes que no están construidas.

Por lo tanto, la muestra estudiada fue de 740 viviendas.

Además, para llevar a cabo la identificación y evaluación geotécnica del suelo, se optó por un tipo de muestreo no probabilístico por cuotas. Esto se eligió con el fin de garantizar que las muestras fueran equitativas y representativas, en línea con las características y propiedades particulares del suelo bajo estudio, según lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones E.050 - Suelos y Cimentaciones.

En consecuencia, se seleccionó la muestra a través de la excavación de 6 calicatas, cada una de 3.00 metros de profundidad, situadas por debajo del nivel del terreno natural. Además, se realizaron 6 ensayos de penetración ligera (DPL) en diferentes puntos de la zona de investigación (ver Anexo 1).

3.7. VARIABLES

3.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

3.7.1.1. AMENAZA SÍSMICA

3.7.1.1.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL

Probabilidad de ocurrencia de un evento sísmico en una zona geográfica caracterizada por la excedencia de cierta intensidad sísmica o aceleración del suelo durante un período de tiempo (Mosqueira, 2018).

3.7.1.1.2. DEFINICIÓN OPERACIONAL

Para analizar la amenaza sísmica del P.J. San Juan se utilizó el programa CRISIS para el cálculo del peligro sísmico probabilístico y se realizó la microzonificación sísmica mediante los resultados obtenidos del Estudio de Mecánica de suelos.

3.7.1.1.3. INDICADORES

Se analizó la amenaza sísmica teniendo en cuenta el peligro sísmico probabilístico del P.J. San Juan (fuentes sismogénicas, parámetros de sismicidad local, ecuaciones de predicción de movimiento del suelo, cálculo de aceleraciones máximas del suelo, espectros de peligro uniforme, mapa de isoaceleraciones, frecuencia anual de excedencia) y su evaluación se realizó teniendo en consideración las características del suelo (humedad, granulometría, plasticidad, capacidad portante del suelo), la zonificación (tipo

de zona) y la estimación del nivel de amenaza (características sismológicas y físicas de la zona).

3.7.2. VARIABLES DEPENDIENTES

3.7.2.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS

3.7.2.1.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL

Es la susceptibilidad de la edificación a sufrir daños estructurales en caso de ocurrir un escenario sísmico debido a que son construidas por mano de obra no calificada en ausencia de la supervisión de un profesional especialista en el tema por lo que sus aspectos físicos, constructivos y estructurales de diseño de las viviendas no cumplen con las especificaciones técnicas necesarias para un adecuado desempeño estructural frente a un sismo (Kuroiwa, 2002).

3.7.2.1.2. DEFINICIÓN OPERACIONAL

Se evaluaron las principales características constructivas de las viviendas mediante una inspección técnica empleando una ficha de observación. Posteriormente se analizó la vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad (Benedetti y Petrini) empleando fichas de observación considerando 11 parámetros para evaluar las edificaciones de la zona en estudio según un rango de categorización de la vulnerabilidad de baja, media y alta.

3.7.2.1.3. INDICADORES

Se evaluaron las edificaciones teniendo en cuenta el sistema constructivo, el tipo de vivienda (provisional, incipiente, consolidada media, consolidada) y su modo de ejecución del proceso constructivo (mano de obra o bajo supervisión). Posteriormente se analizó la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones teniendo en cuenta los 11 parámetros establecidos en el método de índice vulnerabilidad por Benedetti y Petrini de acuerdo a características estructurales (organización del sistema resistente, calidad del sistema resistente, resistencia convencional, posición del edificio y cimentación), configuración geométrica (diafragmas horizontales, configuración en planta, configuración en

elevación, separación máxima entre muros) y características no estructurales (tipo de cubierta, elementos no estructurales, estado de conservación); evaluando las edificaciones de la zona en estudio según un nivel de categorización de la vulnerabilidad en baja, media y alta.

3.7.2.2. RIESGO SÍSMICO

3.7.2.2.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL

Medida que toma en cuenta la amenaza y la vulnerabilidad sísmica, incluyendo la posibilidad de que ocurran daños por escenarios sísmicos en un período y zona determinada (Mosqueira, 2018).

3.7.2.2.2. DEFINICIÓN OPERACIONAL

Se determinó el riesgo sísmico mediante el nivel de daño que puedan sufrir las edificaciones a partir del cálculo del índice de daño, empleando funciones de vulnerabilidad y aceleraciones máximas esperadas del suelo para diferentes periodos de retorno. Se estimaron los daños y las pérdidas económicas probables para diversos escenarios de riesgo en la zona y se recomendaron medidas de mitigación del riesgo sísmico en favor de viviendas que tengan altas deficiencias constructivas.

3.7.2.2.3. INDICADORES

Se determinó el cálculo del índice de daño mediante el uso de funciones de vulnerabilidad y aceleraciones máximas esperadas para diferentes periodos de retorno en base a lo propuesto en VISION-2000, y EERI (Earthquake Engineering Research Institute de California). Asimismo, para la estimación de daños y pérdidas económicas probables se realizó en base del costo de las edificaciones, factor de depreciación, daño acumulado, la pérdida máxima probable y la curva PML, para ello se empleó información proporcionada por el Reglamento Nacional de Tasaciones. Finalmente se recomendaron medidas de mitigación de clases estructurales y no estructurales de acuerdo con lo propuesto por FEMA P-58, ATC-40, CISMID (Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres).

3.7.3. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 38
Matriz de Consistencia.

| MATRIZ DE CONSISTENCIA | | | | |
|--|---|--|--|---|
| TÍTULO | PROBLEMAS | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES |
| | PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | |
| <p>“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022”</p> | ¿Cuál es el nivel de amenaza y grado de vulnerabilidad sísmica que tienen las edificaciones autoconstruidas pertenecientes al P.J. San Juan – Chimbote? | Analizar y evaluar el nivel de amenaza y grado de vulnerabilidad sísmica que tienen las edificaciones autoconstruidas pertenecientes al P.J. San Juan – Chimbote | Las edificaciones ubicadas en el P.J. San Juan de la Ciudad de Chimbote se encuentran actualmente en una zona de alta amenaza sísmica, presentado asimismo un alto grado de vulnerabilidad sísmica, debido a que su autoconstrucción no cumple con los requerimientos necesarios para un adecuado desempeño estructural ante un probable evento sísmico. | V A R I A B L E |
| | PROBLEMAS ESPECÍFICOS | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | HIPÓTESIS ESPECÍFICAS | |
| | ¿Cuál es el nivel de amenaza sísmica existente en las edificaciones autoconstruidas pertenecientes al P.J. San Juan? | Analizar y evaluar el nivel de amenaza sísmica existente en las edificaciones autoconstruidas pertenecientes al P.J. San Juan, a partir del cálculo del peligro sísmico probabilístico mediante el programa CRISIS y realizar la microzonificación sísmica del P.J. San Juan mediante el Estudio de Mecánica de Suelos. | Las edificaciones ubicadas en el P.J. San Juan se encuentran actualmente en una zona de un nivel de alta amenaza sísmica. | I N D E P E N D I E N T E |
| | | | | |
| | ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica que tienen las edificaciones autoconstruidas pertenecientes al P.J. San Juan? | Analizar y evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica que tienen las edificaciones autoconstruidas pertenecientes al P.J. San Juan, mediante la metodología Benedetti y Petriani, considerando 11 parámetros para evaluar las edificaciones de la zona en estudio según un rango de categorización de la vulnerabilidad de baja, media y alta. | Las edificaciones ubicadas en el P.J. San Juan de la Ciudad de Chimbote presentan un grado de alta vulnerabilidad sísmica debido a que su autoconstrucción no cumple con los requerimientos necesarios para un adecuado desempeño estructural ante un probable evento sísmico. | V A R I A B L E S |
| | ¿Cuál es el nivel de riesgo sísmico, la estimación de daños y pérdidas económicas probables que tienen las edificaciones autoconstruidas pertenecientes al P.J. San Juan? | Determinar el riesgo sísmico mediante el nivel de daño que puedan sufrir las edificaciones a partir del cálculo del índice de daño, empleando funciones de vulnerabilidad y aceleraciones máximas esperadas para diferentes periodos de retorno. | Las edificaciones ubicadas en el P.J. San Juan presentan un nivel de alto riesgo sísmico debido a que se encuentra en una zona de alta amenaza sísmica y su autoconstrucción tiene una alta vulnerabilidad sísmica. | D E P E N D I E N T E S |
| | | Estimar los daños y las pérdidas económicas probables para diversos escenarios de riesgo en la zona. | Se estiman altos niveles de daños y pérdidas económicas en las edificaciones ubicadas en el P.J. San Juan en caso que ocurra un probable evento sísmico de alta intensidad | |

3.7.4. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 39
Matriz de Operacionalización de Variables.

| MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---------------------------------|--|--|---|
| TÍTULO | VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTOS | | |
| “ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022” | VARIABLE INDEPENDIENTE | Amenaza Sísmica | Probabilidad de ocurrencia de un evento sísmico en una zona geográfica caracterizada por la excedencia de cierta intensidad sísmica o aceleración del suelo durante un período de tiempo. | Para analizar la amenaza sísmica del P.J. San Juan se utilizó el programa CRISIS para el cálculo del peligro sísmico probabilístico y se realizó la microzonificación sísmica mediante los resultados obtenidos del Estudio de Mecánica de suelos. | Peligro Sísmico Probabilístico | Fuentes Sismogénicas | Insituto Geofísico del Perú | |
| | | | | | | Parámetros de Sismicidad Local | | |
| | | | | | | Ecuaciones de Predicción de Movimiento del Suelo | | Ecuación de predicción de Youngs y Sadigh |
| | | | | | | Calculo de Aceleraciones Máximas del Suelo | | Programa Computacional CRISIS |
| | | | | | | Espectros de Peligro Uniforme | | |
| | | | | | | Mapa de Isoaceleraciones | | |
| | | | | | | Frecuencia Anual de Excedencia | | Manual Ensayo de materiales MTC y RNE - E.050 |
| | | | | | | Humedad | | |
| | | | | | | Granulometría | | |
| | | | | | | Plasticidad | | |
| Características del suelo | Capacidad Portante del suelo | RNE -E.030 | | | | | | |
| Zonificación | Tipo de zona | | | | | | | |
| Estimación del Nivel de Amenaza | Características sismológicas y físicas de la Zona | Mapa de Zonificación Sísmica del P.J. San Juan | | | | | | |
| “ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022” | VARIABLES DEPENDIENTES | Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones Autoconstruidas | Es la susceptibilidad de la estructura a sufrir daños estructurales en caso de un evento sísmico determinado dependiendo de aspectos físicos, constructivos y estructurales de diseño. | Se analizó la vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad (Benedetti y Petri) empleando fichas de observación considerando 11 parámetros para evaluar las edificaciones de la zona en estudio según un rango de categorización de la vulnerabilidad de baja, media y alta. | Estructural | Organización del sistema resistente | Ficha del método de índice de vulnerabilidad (Benedetti y Petri) | |
| | | | | | | Calidad del sistema resistente | | |
| | | | | | | Resistencia convencional | | |
| | | | | | | Posición del edificio y cimentación | | |
| | | | | | | Configuración Geométrica | | Diafragmas horizontales |
| | | | | | | | | Configuración en planta |
| | | | | | | | | Configuración en elevación |
| | | | | | | No Estructural | | Separación máxima entre muros |
| | | | | | | | | Tipo de cubierta |
| | | | | | | | | Elementos no estructurales |
| Estado de conservación | | | | | | | | |
| “ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022” | VARIABLES DEPENDIENTES | Riesgo Sísmico | Medida que toma en cuenta la amenaza con la vulnerabilidad sísmica y la posibilidad de que se produzcan daños por movimientos sísmicos en un período y zona determinada. | Se determinó el riesgo sísmico mediante el nivel de daño que puedan sufrir las edificaciones a partir del cálculo del índice de daño, empleando funciones de vulnerabilidad y aceleraciones máximas esperadas del suelo para diferentes periodos de retorno. Se estimaron los daños y las pérdidas económicas probables para diversos escenarios de riesgo en la zona y se recomendaron medidas de mitigación del riesgo sísmico en favor de viviendas que tengan altas deficiencias constructivas. | Calculo del Índice de Daño (ID) | Funciones de Vulnerabilidad | VISION 2000,EERI | |
| | | | | | | Calculo de Aceleraciones Máximas del Suelo | | |
| | | | | | | Costo de las Edificaciones | | |
| | | | | | | Estimación de Daños y Pérdidas Económicas | | Daño acumulado |
| | | | | | | | | Pérdida Máxima Probable |
| | | | | | | | | Reglamento Nacional de Tasaciones |
| | | | | | | Medidas de Mitigación | | Curva PML |
| | | | | | | | | Estructurales |
| | | | | | | | | No estructurales |

3.8. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.8.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Estas técnicas fueron complementarias a los modelos teóricos y la lógica que fueron elegidas para demostrar la teoría utilizando los fenómenos estudiados. Ante esta situación se planteó lo siguiente para el presente trabajo de investigación:

3.8.1.1. BIBLIOGRÁFICA

Con este método se recolectó la información de datos para el marco teórico y conceptual. Se trató de una secuencia lógica de una serie de actividades, que ayudó a obtener la información necesaria para generar mayor conocimiento mediante el uso adecuado y creativo de la información. Esto requirió cierto conocimiento de los recursos, servicios y productos de información en el campo interés. En la investigación, este método fue necesario para obtener la información que sirvió como sustento teórico.

3.8.1.2. OBSERVACIÓN DIRECTA

El estado de la vivienda se obtuvo mediante la apreciación visual al igual que el reconocimiento de cada parámetro.

3.8.1.3. ENSAYOS EN LABORATORIO Y CAMPO

Esto ayudó a obtener datos más relevantes sobre las viviendas estudiadas y las áreas de intervención.

3.8.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.8.2.1. ENSAYOS DE CAMPO

Muestreo de suelos y rocas (MTC E 101), Ensayo Penetración Dinámica Ligera –DPL (NTP 339.159- ASTM D3441), Recolección de datos por medio de ficha de encuesta (Metodología Benedetti -Petrini y Reglamento Nacional de Edificaciones).

3.8.2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO

Análisis granulométrico de suelos por tamizado (MTC E 107), Determinación del contenido de humedad de un suelo (MTC E 108), Densidad máxima y mínima (ASTM D4253-ASTM D4254).

3.8.2.3. FICHA DE RECOLECCION DE DATOS DE MÉTODO DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

En el desarrollo del proyecto se observó directamente la vivienda y se inspeccionaron técnicamente sus elementos para determinar los parámetros más vulnerables. Es por ello que se elaboró una ficha de informe técnica, la cual se utilizó para recopilar información acerca de las propiedades de la casa (proceso constructivo, tipo y calidad de materiales, configuración estructural, estado de conservación, asesoría técnica).

Esta ficha tuvo relación con la identificación de cada parámetro, debido a que se encontraron categorizados por las diferentes clases para cada parámetro. La recolección de datos se aplicó a la población del P.J. San Juan, de la ciudad de Chimbote. El cuestionario fue creado con interrogantes precisas, concretas, claras y correctas, dirigiéndose a las tipologías constructivas, de modo que se accedió a evaluar de manera rápida.

3.8.3. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La validez de la ficha de recolección de datos basado en la evaluación propuesta por Benedetti-Petrini (1982) y adaptada por los presentes autores a las actuales normas vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, se realizó de acuerdo con el criterio y juicio de expertos conformados por 3 Ingenieros Civiles especialistas, capacitados y calificados en el tema, esto con el fin de validar los instrumentos de recolección de datos utilizados en la investigación y garantizar la integridad de la misma.

La ficha de recolección de datos fue validada por el Ing. Flores Reyes, Gumercindo con Número de Colegiatura CIP N° 29910 (Figura 89), por el Ing. Alfaro Rodríguez, Juan Manuel con Número de Colegiatura CIP N° 182006

(Figura 90), y por el Ing. Vásquez Sánchez, Marco Antonio, con Número de Colegiatura CIP N° 83288 (Figura 91).

Por ello a continuación se presentan la validación de los expertos al instrumento planteado perteneciente a la ficha de recolección de datos, mediante preguntas de validación.

Figura 89

Validación del instrumento de recolección de datos por el Ing. Flores Reyes, Gumercindo con Número de Colegiatura CIP N° 29910.

| | | |
|--|---|----|
| | VALIDACION DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - FICHA DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - METODOLOGIA BENEDETTI-PETRINI | |
| TESIS: | “ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022” | |
| LINEA DE INVESTIGACION: | Ingeniería Sismorresistente | |
| EXPERTO: | <i>Gumercindo Flores Reyes</i> | |
| FECHA: | 2 de febrero de 2023 | |
| PREGUNTAS: | | |
| 1. ¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación? | <input checked="" type="checkbox"/> | No |
| 2. ¿La creación del instrumento de recolección de datos es adecuado para el proyecto de investigación? | <input checked="" type="checkbox"/> | No |
| 3. ¿La creación del instrumento de recolección de datos permitirá el logro de los objetivos planteados? | <input checked="" type="checkbox"/> | No |
| 4. ¿El instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio? | <input checked="" type="checkbox"/> | No |
| 5. ¿El instrumento de recolección de datos es claro y preciso de tal manera que se logre obtener los datos requeridos? | <input checked="" type="checkbox"/> | No |
| 6. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y procesamiento de datos? | <input checked="" type="checkbox"/> | No |

Firma del Experto:

GUMERCINDO FLORES REYES
INGENIERO CIVIL
CIP N°29910

Figura 90

Validación del instrumento de recolección de datos por el Ing. Alfaro Rodríguez, Juan Manuel con Número de Colegiatura CIP N° 182006.

| | | |
|---|--|------------------------------------|
| | <p>VALIDACION DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - FICHA DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - METODOLOGIA BENEDETTI-PETRINI</p> | |
| <p>TESIS:</p> | <p>“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022”</p> | |
| <p>LINEA DE INVESTIGACION:</p> | <p>Ingeniería Sismorresistente</p> | |
| <p>EXPERTO:</p> | <p>ING. JUAN MANUEL ALFARO RODRIGUEZ</p> | |
| <p>FECHA:</p> | <p>2 de febrero de 2023</p> | |
| <p>PREGUNTAS:</p> | | |
| <p>1. ¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> | <p><input type="checkbox"/> No</p> |
| <p>2. ¿La creación del instrumento de recolección de datos es adecuado para el proyecto de investigación?</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> | <p><input type="checkbox"/> No</p> |
| <p>3. ¿La creación del instrumento de recolección de datos permitirá el logro de los objetivos planteados?</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> | <p><input type="checkbox"/> No</p> |
| <p>4. ¿El instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> | <p><input type="checkbox"/> No</p> |
| <p>5. ¿El instrumento de recolección de datos es claro y preciso de tal manera que se logre obtener los datos requeridos?</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> | <p><input type="checkbox"/> No</p> |
| <p>6. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y procesamiento de datos?</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> | <p><input type="checkbox"/> No</p> |

Firma del Experto:

Alfaro Rodríguez Juan Manuel
 ING. CIVIL
 Reg. Colegio de Ingenieros CIP. N° 182006

Figura 91

Validación del instrumento de recolección de datos por el Ing. Vásquez Sánchez, Marco Antonio, con Número de Colegiatura CIP N° 83288.

| | | |
|---|--|-----------|
| | <p>VALIDACION DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - FICHA DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - METODOLOGIA BENEDETTI-PETRINI</p> | |
| <p>TESIS:</p> | <p>“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022”</p> | |
| <p>LINEA DE INVESTIGACION:</p> | <p>Ingeniería Sismorresistente</p> | |
| <p>EXPERTO:</p> | <p><i>Marco Antonio Vásquez Sánchez</i></p> | |
| <p>FECHA:</p> | <p>2 de febrero de 2023</p> | |
| <p>PREGUNTAS:</p> | | |
| <p>1. ¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> | <p>No</p> |
| <p>2. ¿La creación del instrumento de recolección de datos es adecuado para el proyecto de investigación?</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> | <p>No</p> |
| <p>3. ¿La creación del instrumento de recolección de datos permitirá el logro de los objetivos planteados?</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> | <p>No</p> |
| <p>4. ¿El instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> | <p>No</p> |
| <p>5. ¿El instrumento de recolección de datos es claro y preciso de tal manera que se logre obtener los datos requeridos?</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> | <p>No</p> |
| <p>6. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y procesamiento de datos?</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> | <p>No</p> |

Firma del Experto:



Marco Antonio Vásquez Sánchez
INGENIERO CONSULTOR
C.I.P. 83288

A continuación, se presentan la validación de los expertos al instrumento planteado perteneciente a la ficha de recolección de datos, correspondiente a las fichas de evaluación (Figuras 92, 93 y 94). La ficha de evaluación y recolección de datos se adjunta en el Anexo 2.

Figura 92
Validación por expertos de la primera hoja de la ficha de evaluación.

| METODOLOGÍA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | |
|--|---|
| <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN</p> <p>TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"</p> <p>AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE</p> | |
| I. DATOS TÉCNICOS | |
| <p>PROPIETARIO: _____</p> <p>DNI: _____</p> <p>MZ: _____ LTE: _____</p> <p>AÑO DE CONSTRUCCIÓN: _____</p> <p>AUTOCONSTRUCCIÓN: _____</p> <p>ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: _____</p> <p>SOTANOS: _____</p> <p>FACTOR DE USO (U): _____</p> <p>SISTEMA ESTRUCTURAL: _____</p> <p>AREA DE TERRENO (m²): _____</p> <p>h: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): _____</p> <p>AP: AREA DE PLANTA TÍPICA (m²): _____</p> <p>NUMERO DE PISOS (N): _____</p> <p>h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): _____</p> <p>FACTOR DE ZONA SÍSMICA (Z): _____</p> <p>PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): _____</p> <p>ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: _____</p> | |
| | |
| II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN: | |
| 1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE: | |
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| 3. RESISTENCIA CONVENCIONAL: | |
| 3.1. Verificación del espesor efectivo "t": | |
| <p>$t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3</p> <p>-h: Altura promedio de Entrepiso (m): _____</p> <p>-t: Espesor efectivo de muro actual (m) = _____</p> <p>-Conclusión: _____</p> | |
| 3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m" | |
| <p>$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2 f' m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f' m$</p> <p>-Donde P_m (Tn/m²) = _____</p> <p>-Conclusión: _____</p> | |
| 3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros: | |
| <p>$\frac{\text{Área de Concreto} + \text{Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} \geq \frac{\sum L_i \cdot Z_i}{56}$</p> <p>-Conclusión: _____</p> | |
| 3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio: | |
| <p>• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:</p> <p>$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$</p> <p>-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> La resistencia al corte (V_m) de los muros de albanilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones: <p>$V_m = 0,5 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_c$ Para Unidades de arcilla y de concreto</p> <p>$V_m = 0,35 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_c$ Para Unidades Sílico-calceás</p> <p>-Donde v_m (Tn/m²) = _____</p> <p>• Para todos los muros de albanilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:</p> <p>$V_c \leq 0,55 V_m$ -Fuerza Cortante Admisible</p> <p>Donde: "V_c" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en ambas y "V_m" es la fuerza cortante asociada al "sismo moderado" en el muro en diagonal de la albanilería.</p> <p>-Conclusión: _____</p> | |
| 3.5. Calificación: | |
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| IV. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE: | |
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre de ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "dentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albanilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| V. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN: | |
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo Intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

GUMERCINDO FLORES REYES
INGENIERO CIVIL
CIP N°29910

Alfaro Rodríguez Juan Manuel
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros CIP. N° 182006

Mario Antonio Vasquez Sanchez
INGENIERO CONSULTOR
C.I.P. 83248

Figura 93

Validación por expertos de la segunda hoja de la ficha de evaluación.

| | | | | | |
|--|---|--|--|------------------------------------|--|
| | | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | | | |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo | |
| 8. DIAFRAGMAS HORIZONTALES: | | | | | |
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. | | | | |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. | | | | |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. | | | | |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. | | | | |
| 9. TIPO DE CUBIERTA: | | | | | |
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de anclamiento en las vigas. | | | | |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. | | | | |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. | | | | |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. | | | | |
| 10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES: | | | | | |
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. | | | | |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. | | | | |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. | | | | |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. | | | | |
| 11. ESTADO DE CONSERVACION: | | | | | |
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. | | | | |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. | | | | |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. | | | | |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. | | | | |

Marco Antonio Vasquez Sanchez
 INGENIERO CONSULTOR
 C.I.P. 83288

Alfaro Rodriguez Juan Manuel
 ING. CIVIL
 Reg. Colegio de Ingenieros C.I.P. N° 182006

GUMERCINDO FLORES REYES
 INGENIERO CIVIL
 CIP N°29910

Figura 94

Validación por expertos de la tercera hoja de la ficha de evaluación

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

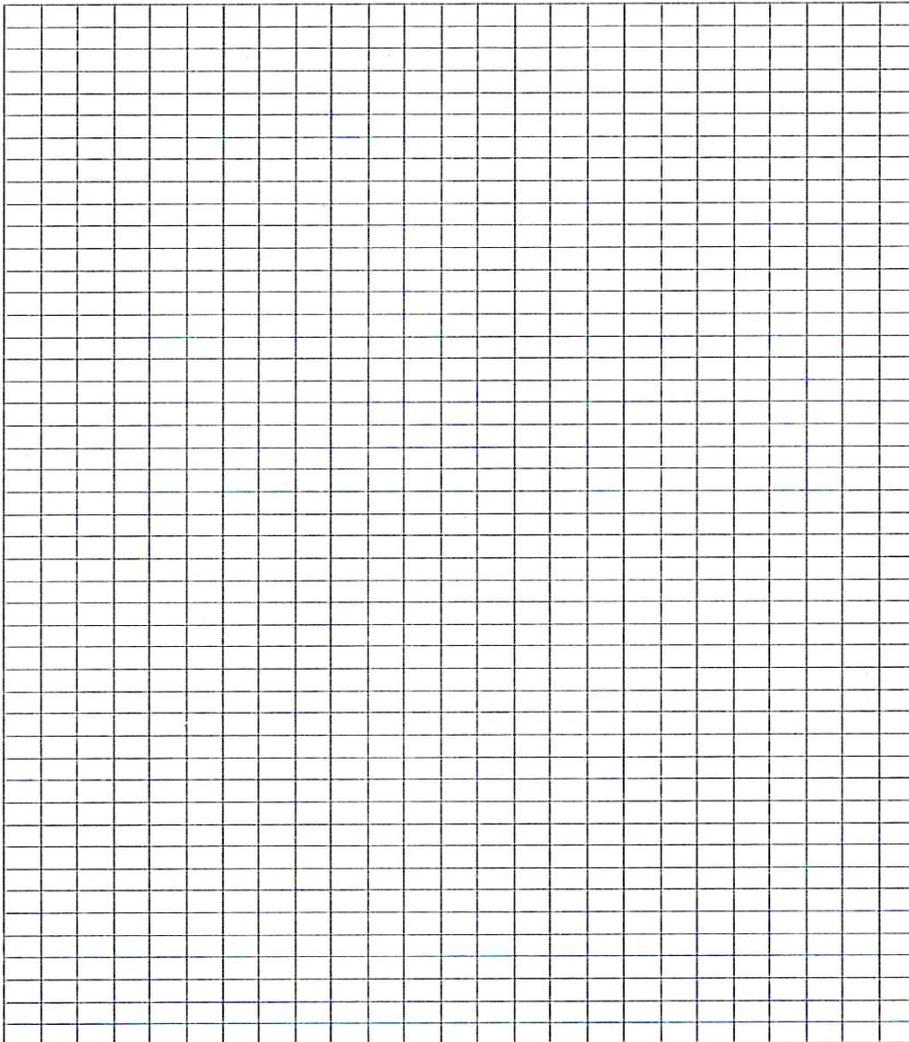
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

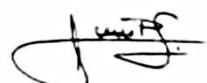
III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Antonio Vásquez Sánchez
INGENIERO CONSULTOR
C.I.P. 8328A



Alfaro Rodríguez Juan Manuel
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros CIP. N° 182006



GUMERCINDO FLORES REYES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 29910

3.9. PROCEDIMIENTOS

3.9.1. PROCEDIMIENTO PARA EL ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA SISMICA DEL P.J. SAN JUAN

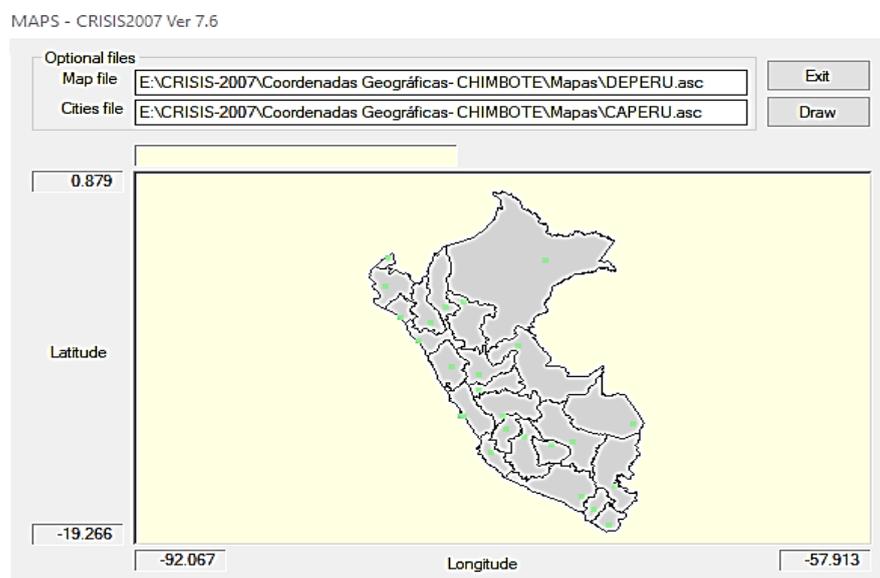
Se evaluó el peligro sísmico en la zona de estudio, expresado en términos de aceleración (PGA), para esto se hizo uso de los catálogos sísmicos y fuentes definidas por el Instituto Geofísico del Perú, las ecuaciones de atenuación definidas por Young et al (1997) y de Sadigh et al (1997), y el programa CRISIS-2007 (Ordaz et al, 2007). Luego de haber identificado y caracterizado las fuentes sismogénicas determinadas por el IGP en el 2014, se procedió a definir la distancia sitio-fuente a utilizar (distancia focal, epicentral o distancia más cercana al área de ruptura), para finalmente seleccionar las curvas de atenuación dependiendo de las trayectorias que recorren las ondas en su camino de la fuente al sitio. Para llevar a cabo, este procedimiento se utilizó el método de Cornell (1968) y para el procesamiento de datos se empleó el programa CRISIS 2007, desarrollado por Ordaz et al. (2007).

3.9.1.1. USO DEL PROGRAMA CRISIS 2007

Para generar un mapa probabilístico del peligro sísmico en el programa CRISIS 2007, se trabajó con archivos de extensión tipo shapefile tanto para el Territorio Peruano y para sus ciudades, en este caso para la Ciudad de Chimbote, cuyas coordenadas (longitud-78.5611 y latitud: -9.0943 permitieron la localización del emplazamiento en el Programa (Figura 95).

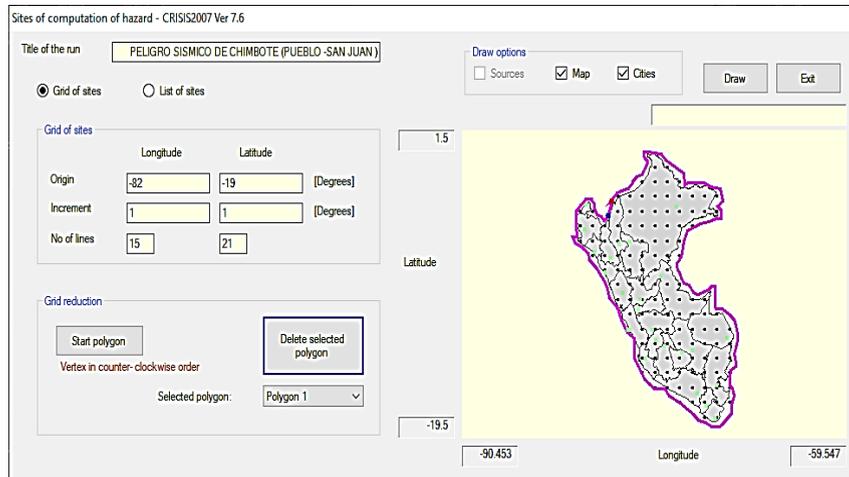
Figura 95

Modelo del Emplazamiento para el Perú.



La zona de análisis abarcó todo el territorio peruano delimitando el mapa anteriormente cargado, con un incremento de la grilla de 1 grados en latitud y longitud (Figura 96).

Figura 96
Polígono delimitado para el área de estudio.

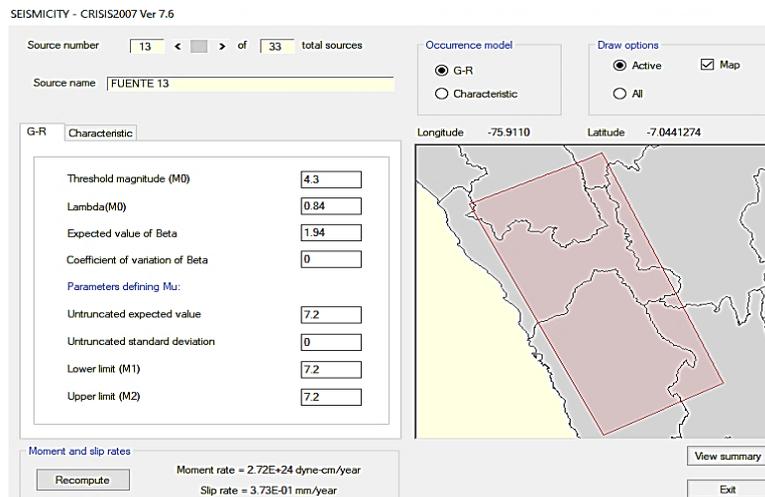


3.9.1.2. GEOMETRÍA DE LAS ZONAS SISMOGÉNICAS

Se procedió a ingresar cada una de las fuentes sismogénicas al programa, indicando parámetros sismográficos de Longitud, Latitud y profundidad. Se seleccionó la opción *Source is alive*, para grabar cada fuente, luego se fue adicionando las demás fuentes y finalmente se hizo clic en la opción *done*.

El software contempló diversos tipos de fuentes sísmicas mediante la opción *Source Type*, los cuales fueron tipo área (Superficial), Fault (línea), Point (Puntual). Para el presente estudio, se trabajó con la opción tipo área. Los puntos del área sismogénica se definieron en sentido antihorario (Figura 97).

Figura 97
Geometría de las Fuentes sísmicas en el Programa CRISIS.



3.9.1.3. PARÁMETROS SISMOLÓGICOS DE LA FUENTE SISMOGÉNICA

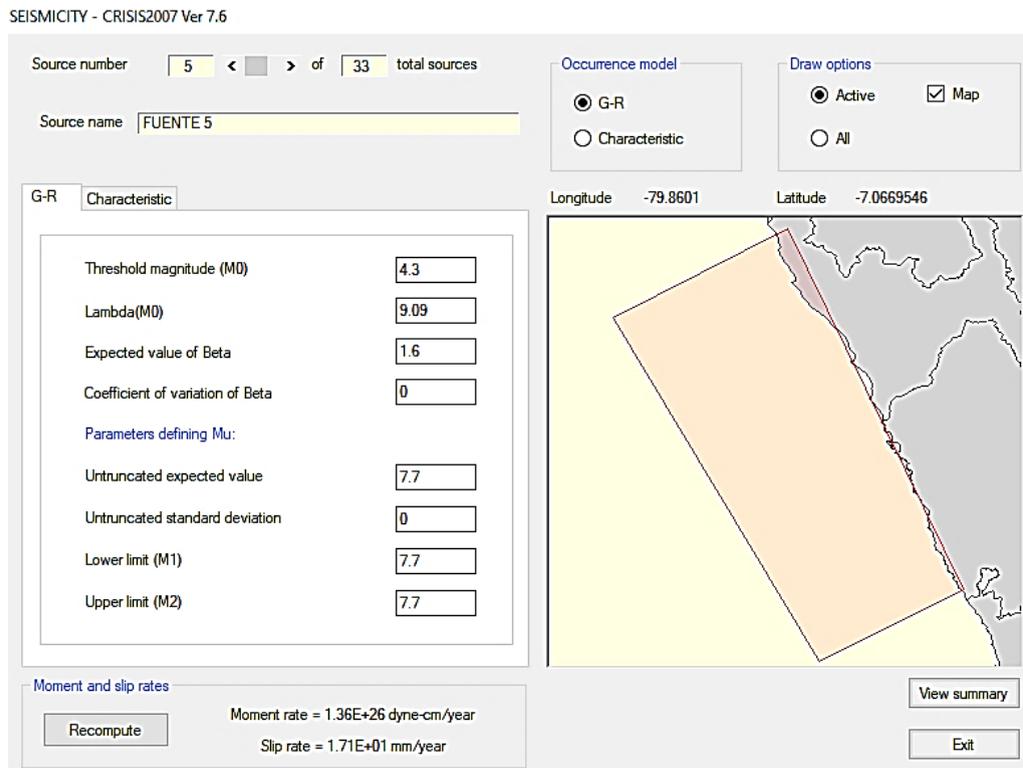
Para evaluar los parámetros sismológicos de cada fuente, fue necesario conocer su recurrencia sísmica. Para esto se empleó el modelo exponencial modificado de Gutenberg y Richter.

El programa CRISIS 2007, permitió realizar un modelo probabilístico, utilizando los parámetros anteriormente descritos en la Tabla 3. La ventana presentó las siguientes opciones (Figura 98):

- **Threshold magnitude (M_0):** magnitud mínima
- **Lambda (M_0):** eventos promedio por año independientemente de la magnitud sísmica λ_0 .
- **Expected value of beta (β):** el valor β representa la pendiente de la sismicidad.
- **MU:** Es la máxima magnitud del evento que puede presentarse en la fuente sismogénica. No se determina a partir de los datos históricos.
- **Untruncated:** indica cuan dispersa es la distribución de MU.
- **M1:** Límite inferior. Mínimo valor posible para la magnitud máxima
- **M2:** Límite superior. Máximo valor posible para la magnitud máxima.

Figura 98

Parámetros sismológicos de las Fuentes sísmicas en el Programa CRISIS.



3.9.1.4. ATENUACIÓN DE LAS ONDAS SÍSMICAS

Las leyes de atenuación utilizadas para las fuentes Interface e Intraplaca son las desarrolladas por Young et al. (1997) y para las fuentes corticales o continentales se empleó las de Sadigh et al. (1997). En el programa se cargaron las expresiones de las leyes de atenuación para suelo firme por tipo de fuente (Figura 99 y Figura 100).

Figura 99

Leyes de atenuación de las ondas sísmicas.

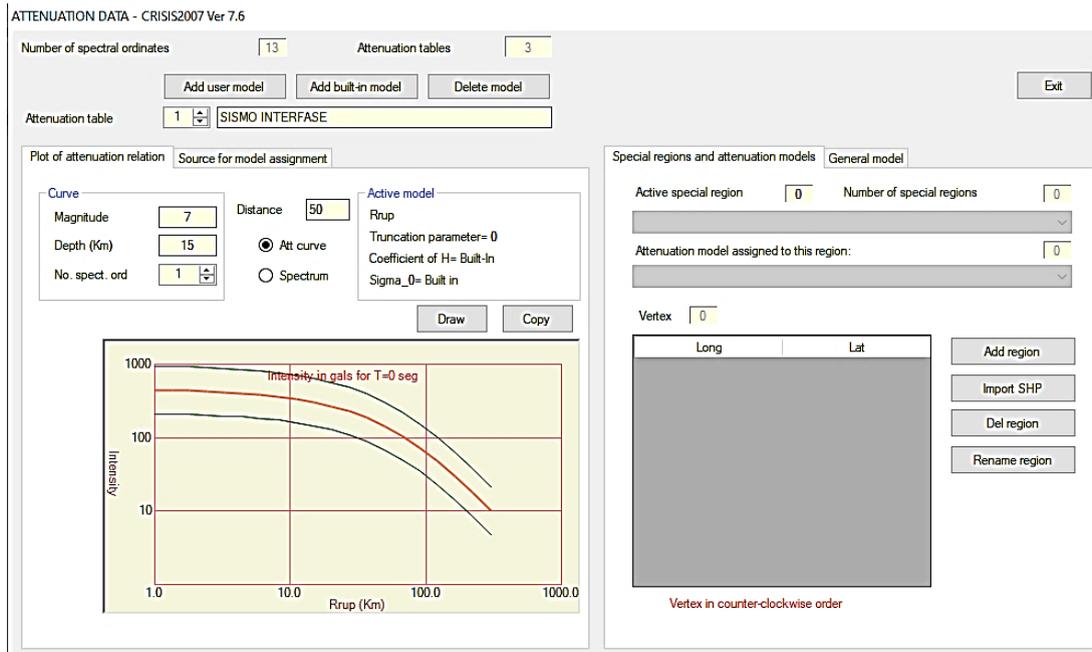
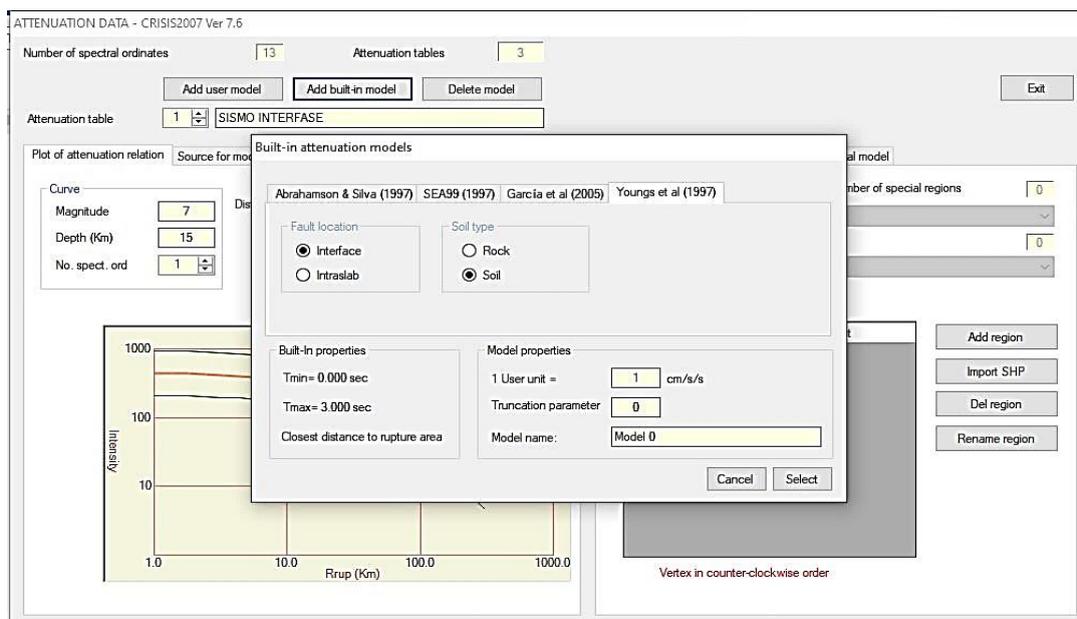


Figura 100

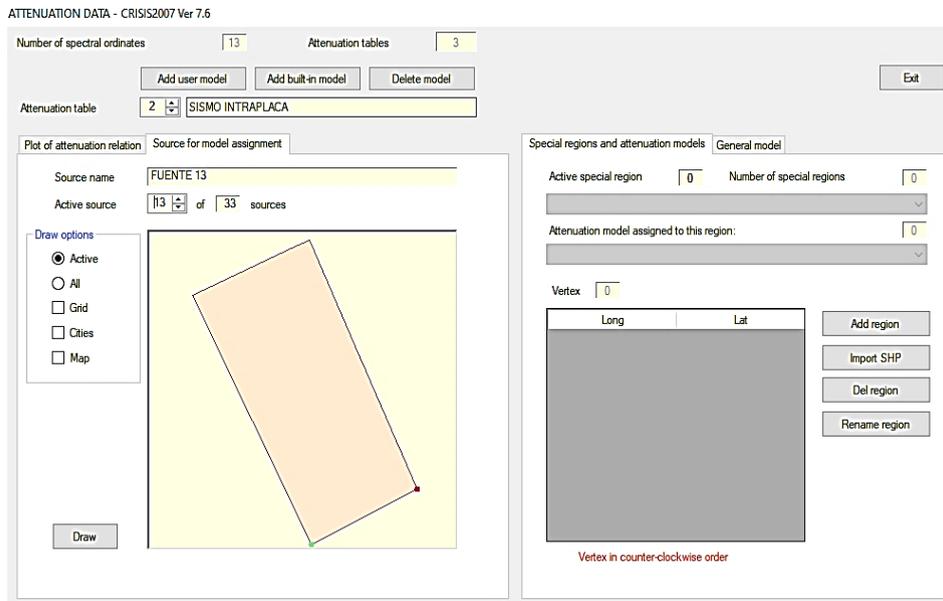
Modelos de atenuación.



A cada una de las fuentes se le fue asignando su respectiva ley de atenuación. Para las fuentes del 1-8 se le asignó la ley de atenuación de Youngs Interface, para las fuentes 9-19 la de Sadigh corticales y de la 20-33 la de Youngs Intraplaca (Figura 101).

Figura 101

Definición de la ley de atenuación para cada fuente.



Asimismo, para generar la microzonificación sísmica-geotécnica del P.J. San Juan, primero se hizo un reconocimiento del lugar de estudio, para ubicar y seleccionar los puntos donde se realizaron las calicatas para la obtención de muestras; que luego se les realizaron los ensayos DPL y de laboratorio correspondientes, así como la identificación de las viviendas que formaron parte del proceso de estudio.

Se realizaron estudios de mecánica de suelo (Anexo 1) en el P.J. San Juan, entre ellos la excavación de 6 calicatas, análisis granulométrico, ensayos DPL, etc., para realizar la microzonificación sísmica de la zona de estudio. Cabe resaltar que los estudios de suelo realizados permitieron describir las características mecánicas del suelo y su respuesta sísmica. Con estos resultados se generó un plano de zonificación geotécnica sísmica del P.J. San Juan, Chimbote (Anexo 9).

Los datos fueron recolectados a través de trabajo de campo y trabajos en laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad Nacional del Santa, y en laboratorio GEOLAB, tanto como gabinete.

Este procedimiento nos permitió obtener resultados de características propias del suelo. Se identificaron las propiedades físicas (contenido de humedad, densidades, tipo de suelo) y propiedades mecánicas (DPL).

Para haber llevado a cabo el desarrollo de los ensayos de suelos, se usaron ciertas normas y manuales que garantizaron confiabilidad en sus resultados. Para los ensayos de mecánica de suelos se usó como base el manual de ensayos de materiales-MTC (2016) y la Norma Técnica E.050-Suelos y Cimentaciones (2018).

3.9.2. PROCEDIMIENTO PARA EL ANALISIS Y EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS DEL P.J. SAN JUAN

Los estudios de riesgo sísmico a nivel urbano requirieron de una metodología que permitió evaluar la calidad estructural o vulnerabilidad sísmica de los edificios, por lo que de esta manera se pudo obtener posibles escenarios de daño como consecuencia de un terremoto. Esto fue posible con la disposición de los datos requeridos por la metodología, es decir, la información de los edificios, de las propiedades del suelo en donde se encontraron ubicados y de la peligrosidad sísmica de la zona. Para el presente estudio se eligió la metodología del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti – Petrini que permitió evaluar la calidad estructural de los edificios mediante la calificación de 11 parámetros, y las diversas normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, para la cual se crearon las fichas de recolección de datos (Anexo 2).

La evaluación se realizó en el P.J. San Juan, dentro de esta área se evaluó a 740 edificaciones de albañilería (simple o confinada) para uso de viviendas mediante el método de Índices de Vulnerabilidad para lo cual se procedió a realizar lo siguiente:

- **Trabajo de Campo**, donde se realizó el llenado de los formatos de acuerdo con los aspectos de construcción inspeccionados. Se hizo un análisis descriptivo de las viviendas mediante la ficha de recolección de datos a través de inspecciones y encuestas, que dio como resultado las características estructurales de las edificaciones de la zona de estudio (proceso constructivo, tipo y calidad de materiales, configuración estructural, estado de conservación, asesoría técnica).
- **Trabajo de Gabinete**, análisis de los datos tomados en campo.
- **Clasificación de la vulnerabilidad sísmica en Baja, Media y Alta**, de acuerdo con cada puntaje obtenido.

Una vez obtenidos los datos de vulnerabilidad sísmica de las viviendas evaluadas en la ficha de observación basado en el Método de Índice de Vulnerabilidad propuesto por Benedetti - Petrini, se generó una tabla resumen que contuvo los hallazgos y

observaciones. Se proporcionó una tabla de análisis, donde se detalló toda la información obtenida a través del software de soporte Ms Excel (Anexos 6,7,8).

3.9.3. PROCEDIMIENTO PARA EL ANALISIS Y EVALUACION DEL RIESGO SISMICO Y ANÁLISIS DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS

La evaluación del riesgo sísmico de las edificaciones autoconstruidas en el P.J. San Juan, se calculó en base a dos factores principales: la amenaza o peligro sísmico natural y la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.

Estos términos se relacionaron al determinar un Índice de Daño (ID) a partir del Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}), condicionado por las aceleraciones máximas del suelo para cuatro escenarios sísmicos: sismos frecuentes, ocasionales, raros y muy raros, las cuales fueron determinadas en el Capítulo IV sobre la amenaza sísmica, en el área de estudio.

Una vez determinado el índice de daño de cada edificación, fue necesario caracterizar dicho valor de daño mediante un nivel de riesgo sísmico a partir de los mismos, para ello se utilizó la Tabla 35, la cual es recomendada por el Earthquake Engineering Research Institute of California (EERI). En este caso, los datos del índice de daño se obtuvieron en el paso anterior como resultado de las funciones de vulnerabilidad, además, el nivel de daño estructural se consideró: Ninguno, Ligero, moderado, considerable, fuerte, severo o colapso.

Asimismo, se realizó el análisis de pérdidas económicas para diferentes escenarios de riesgo de acuerdo con los tipos de sismo, para lo cual se ha calculado el valor de cada edificación construida a partir del total de metros cuadrados de área techada construidos de cada una de las edificaciones evaluadas utilizando los datos recolectados de cada vivienda mediante las fichas de evaluación adjuntas en el Anexo 2; así como también teniendo en cuenta los valores unitarios de edificación para la costa y factores de depreciación de cada vivienda de acuerdo a su estado de conservación y antigüedad las cuales están estipuladas en el Reglamento Nacional de Tasaciones adjuntas en el Anexo 5.

Finalmente se calcularon las pérdidas máximas probables PML para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años a partir de las pérdidas económicas totales anteriormente halladas, con el objetivo de graficar la curva de pérdidas máxima probables también denominado curva PML, la cual es un estimador

del tamaño de las pérdidas máximas que serían razonables esperar en la zona de estudio, durante un tiempo de exposición dado.

Finalmente se recomendaron medidas de mitigación del riesgo sísmico en favor de viviendas que tengan altas deficiencias constructivas.

3.10. MÉTODO DE ANÁLISIS

El enfoque metodológico adoptado para llevar a cabo esta investigación integró métodos de análisis cualitativo y cuantitativo con el objetivo de proporcionar una evaluación completa de la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones autoconstruidas del P.J. San Juan. El análisis cualitativo se llevó a cabo mediante fichas de observación, las cuales detallaron las características constructivas y estructurales fundamentales de las edificaciones autoconstruidas. Este proceso se basó en el método de índice de vulnerabilidad propuesto por Benedetti y Petrini, proporcionando una descripción pormenorizada que contribuyó a determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas seleccionadas. Por otro lado, el análisis cuantitativo se ejecutó a través de la evaluación de la amenaza sísmica, utilizando estudios técnicos y ensayos del suelo específicos de la zona de estudio. La utilización del programa computacional CRISIS amplió la capacidad de análisis, permitiendo una evaluación más detallada de la amenaza sísmica en la región. Además, se realizó un análisis cuantitativo de la vulnerabilidad mediante funciones matemáticas, las cuales fueron posteriormente empleadas para calcular el índice de daño según la tipología constructiva y el riesgo sísmico correspondiente. La combinación de ambos enfoques proporcionó una visión integral de la vulnerabilidad sísmica en el área de estudio, permitiendo una comprensión profunda y precisa de los factores cualitativos y cuantitativos que influyen en la seguridad estructural de las edificaciones autoconstruidas en el P.J. San Juan.

Para afrontar los objetivos de la investigación sobre la amenaza y vulnerabilidad sísmica en el P.J. San Juan, Chimbote, y corroborar la hipótesis propuesta, se requirió la aplicación de diversos métodos de análisis. A continuación, se presenta una guía de los métodos para cada uno de los objetivos:

a. Amenaza Sísmica:

- Se empleó el programa CRISIS para calcular el peligro sísmico probabilístico en el P.J. San Juan, Chimbote.

- Se llevaron a cabo estudios de mecánica de suelos con el fin de ejecutar la microzonificación sísmica del P.J. San Juan.
- Métodos de análisis: Se realizó modelado probabilístico de eventos sísmicos, cálculos de aceleración del suelo y estudios de mecánica de suelos mediante análisis geotécnicos.

b. Vulnerabilidad Estructural de Edificaciones Autoconstruidas:

- Se aplicó la metodología de Benedetti y Petrini para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.
- Métodos de análisis: Se efectuó análisis estructural, evaluación de la resistencia y capacidad de las estructuras, considerando factores como materiales de construcción, diseño estructural y condiciones del suelo.

c. Riesgo Sísmico y Nivel de Daño:

- Se calculó el riesgo sísmico mediante el índice de daño, utilizando funciones de vulnerabilidad y aceleraciones máximas esperadas.
- Métodos de análisis: Se llevó a cabo el modelado de riesgos sísmicos, el cálculo de índices de daño y la integración de datos de amenaza sísmica y vulnerabilidad estructural.

d. Pérdidas Económicas Probables:

- Se estimaron las pérdidas económicas probables asociadas a diversos escenarios de riesgo.
- Métodos de análisis: Se realizó la evaluación económica de daños, el modelado de pérdidas en función a los sismos con distintos tiempos de retorno (45 años, 75 años, 475 años y 970 años).

Capítulo IV

RESULTADOS Y

DISCUSIONES

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

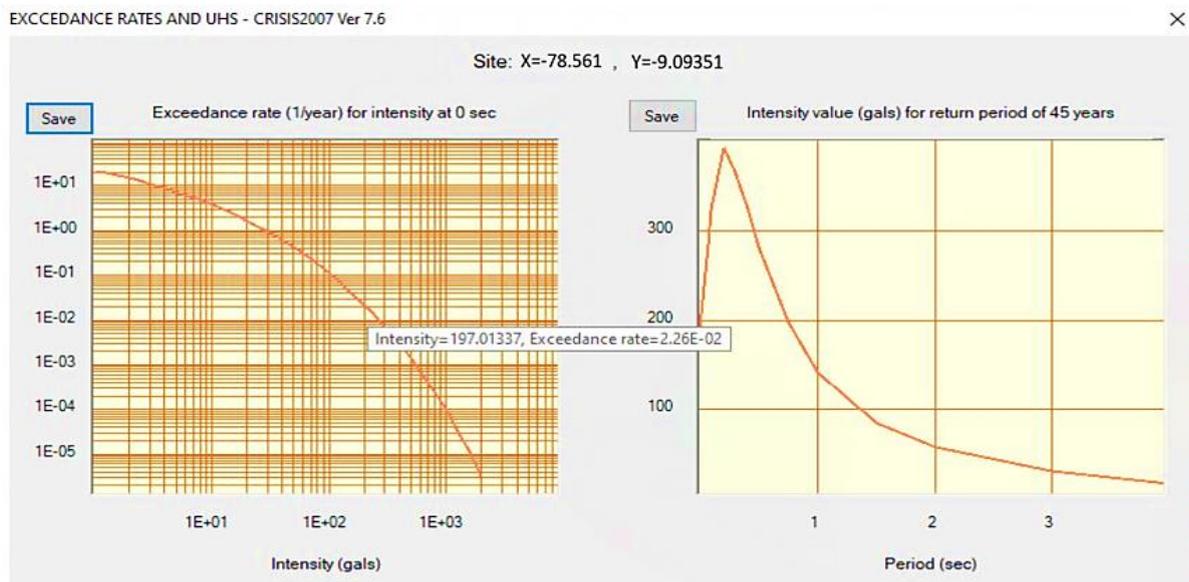
4.1.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA SISMICA DEL P.J. SAN JUAN

4.1.1.1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL PELIGRO SÍSMICO PROBABILÍSTICO DEL P.J. SAN JUAN

Los resultados se muestran a través de las curvas de peligro sísmico que relacionan la probabilidad de excedencia anual y la aceleración espectral en gals o cm/seg^2 , para distintos periodos de retorno (45,75,475 y 970 años); así también como espectros de peligro uniforme para la zona de estudio.

Figura 102

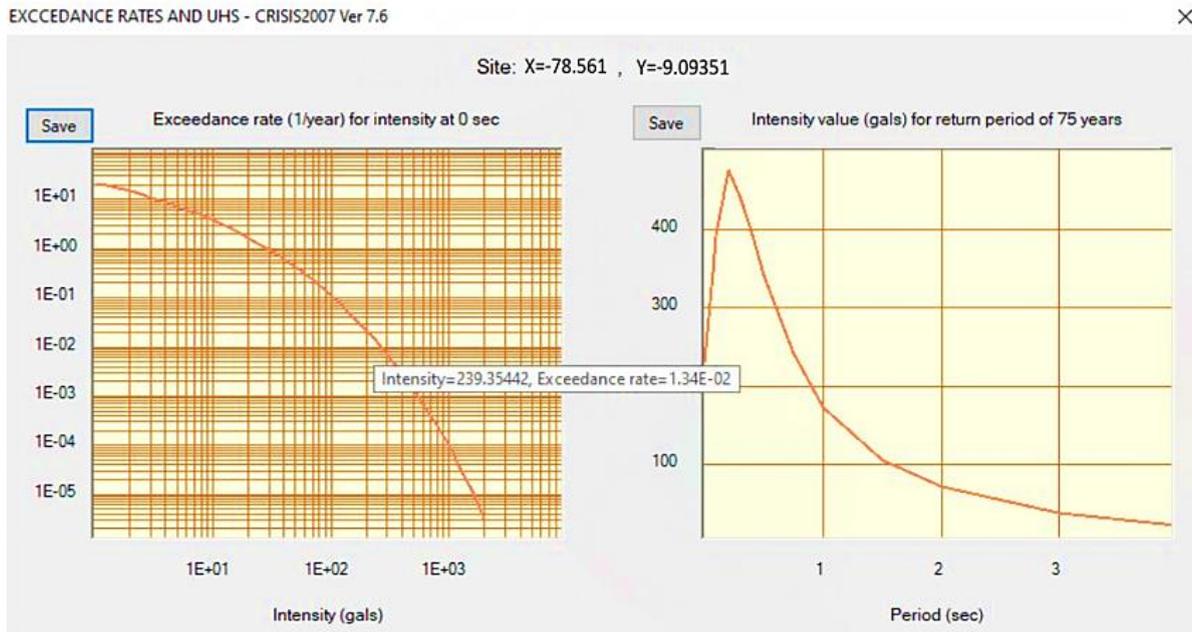
Curvas de peligro sísmico y espectro de peligro uniforme (Intensidad=197.01337 gal, Periodo de Excedencia=2.26 E-02 veces/año) para Periodo de Retorno de 45 años en la ciudad de Chimbote-(Pueblo San Juan)



En la Figura 102, las curvas de peligro sísmico y espectro de peligro uniforme muestran que en caso de ocurrir un sismo con periodo de retorno de 45 años en la ciudad de Chimbote- (Pueblo San Juan), la aceleración máxima del suelo (PGA) tiene una intensidad igual a 197.01337 gal, con un periodo de excedencia igual a 2.26 E-02 veces/año).

Figura 103

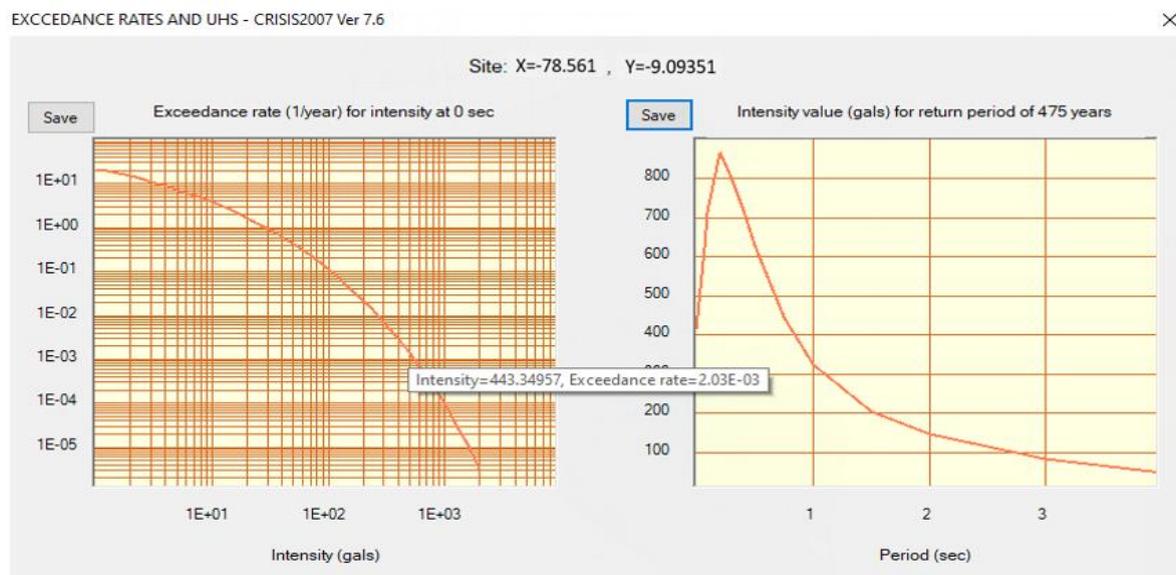
Curvas de peligro sísmico y espectro de peligro uniforme (Intensidad=239.35442 gal, Periodo de Excedencia=1.34 E-02 veces/año) para Periodo de Retorno de 75 años en la ciudad de Chimbote- (Pueblo San Juan).



En la Figura 103, las curvas de peligro sísmico y espectro de peligro uniforme muestran que en caso de ocurrir un sismo con periodo de retorno de 75 años en la ciudad de Chimbote- (Pueblo San Juan), la aceleración máxima del suelo (PGA) tiene una intensidad igual a 239.35442 gal, con un periodo de excedencia igual a 1.34 E-02 veces/año).

Figura 104

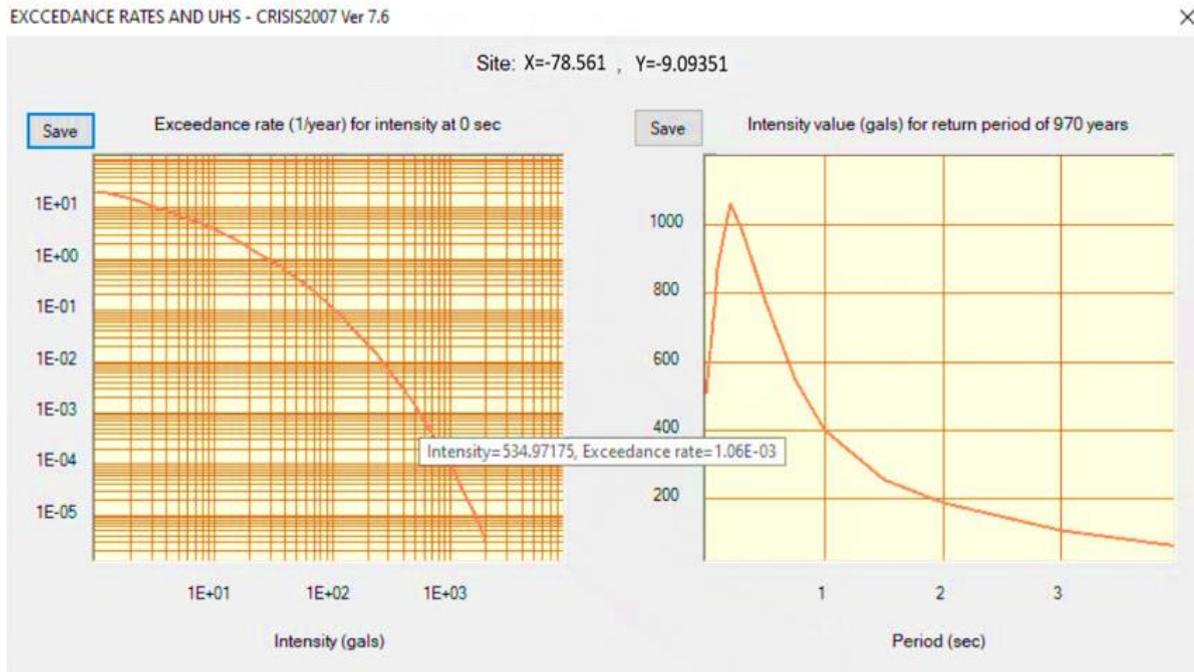
Curvas de peligro sísmico y espectro de peligro uniforme (Intensidad=443.34957 gal, Periodo de Excedencia=2.03 E-03 veces/año) para Periodo de Retorno de 475 años en la ciudad de Chimbote- (Pueblo San Juan).



En la Figura 104, las curvas de peligro sísmico y espectro de peligro uniforme muestran que en caso de ocurrir un sismo con periodo de retorno de 475 años en la ciudad de Chimbote- (Pueblo San Juan), la aceleración máxima del suelo (PGA) tiene una intensidad igual a 443.34957 gal, con un periodo de excedencia igual a 2.03 E-03 veces/año).

Figura 105

Curvas de peligro sísmico y espectro de peligro uniforme (Intensidad=534.97175 gal, Periodo de Excedencia=1.06E-03 veces/año) para Periodo de Retorno de 970 años en la ciudad de Chimbote- (Pueblo San Juan)



En la Figura 105, las curvas de peligro sísmico y espectro de peligro uniforme muestran que en caso de ocurrir un sismo con periodo de retorno de 970 años en la ciudad de Chimbote- (Pueblo San Juan), la aceleración máxima del suelo (PGA) tiene una intensidad igual a 534.97175 gal, con un periodo de excedencia igual a 1.06E-03 veces/año).

4.1.1.1.1. ESPECTROS DE PELIGRO UNIFORME

Para la ciudad de Chimbote – P.J. San Juan, los espectros de peligro uniforme fueron elaborados teniendo en cuenta los periodos espectrales de 0, 0.075, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.75, 1, 1.5, 2, 3 y 4 segundos.

Figura 106

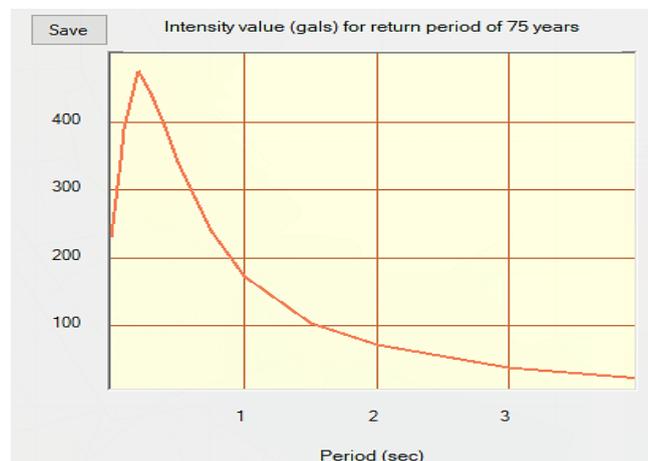
Espectros de peligro uniforme para la ciudad de Chimbote – sector San Juan, Provincia del Santa, región Áncash con período de retorno de 45 años.



En la Figura 106 se aprecia que para un periodo estructural inicial igual a 0 segundos, la intensidad sísmica o aceleración máxima del suelo (PGA) en un sismo de periodo de retorno de 45 años es igual a 197.01 gals; asimismo para un periodo estructural de 0.20 segundos, la aceleración en la estructura se amplifica hasta 2 veces el valor inicial de la aceleración en el suelo, representado en el punto máximo de la curva.

Figura 107

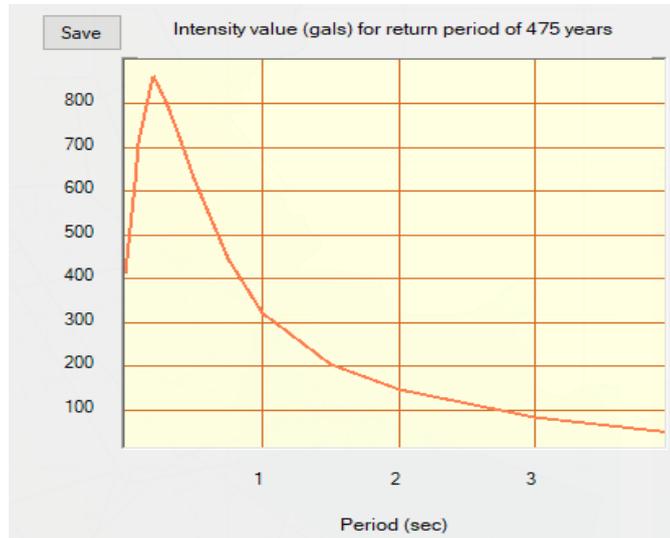
Espectros de peligro uniforme para la ciudad de Chimbote –sector San Juan, Provincia del Santa, región Áncash con período de retorno de 75 años.



En la Figura 107 se aprecia que para un periodo espectral inicial igual a 0 segundos, la intensidad sísmica o aceleración máxima del suelo (PGA) en un sismo de periodo de retorno de 75 años, es igual a 239.35 gals, asimismo para un periodo estructural de 0.20 segundos, la aceleración en la estructura se amplifica hasta 2 veces el valor inicial de la aceleración en el suelo, representado en el punto máximo de la curva.

Figura 108

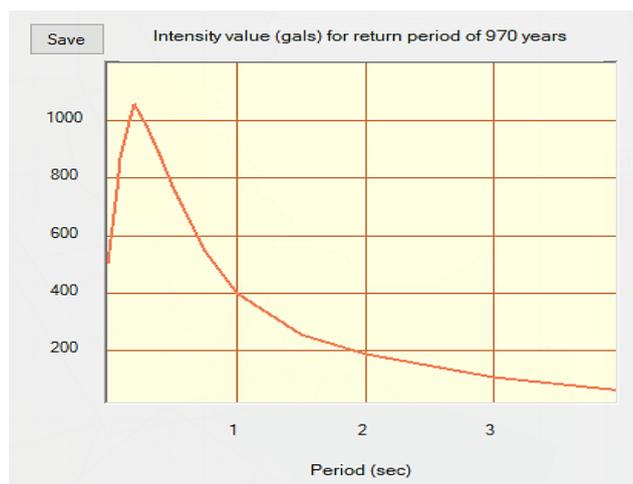
Espectros de peligro uniforme para la ciudad de Chimbote –sector San Juan, Provincia del Santa, región Áncash con período de retorno de 475 años.



En la Figura 108 se aprecia que para un periodo espectral inicial igual a 0 segundos, la intensidad sísmica o aceleración máxima del suelo (PGA) en un sismo de periodo de retorno de 475 años, es igual a 443.34 gals, asimismo para un periodo estructural de 0.20 segundos, la aceleración en la estructura se amplifica hasta 2 veces el valor inicial de la aceleración en el suelo, representado en el punto máximo de la curva.

Figura 109

Espectros de peligro uniforme para la ciudad de Chimbote –sector San Juan, Provincia del Santa, región Áncash con período de retorno de 970 años.



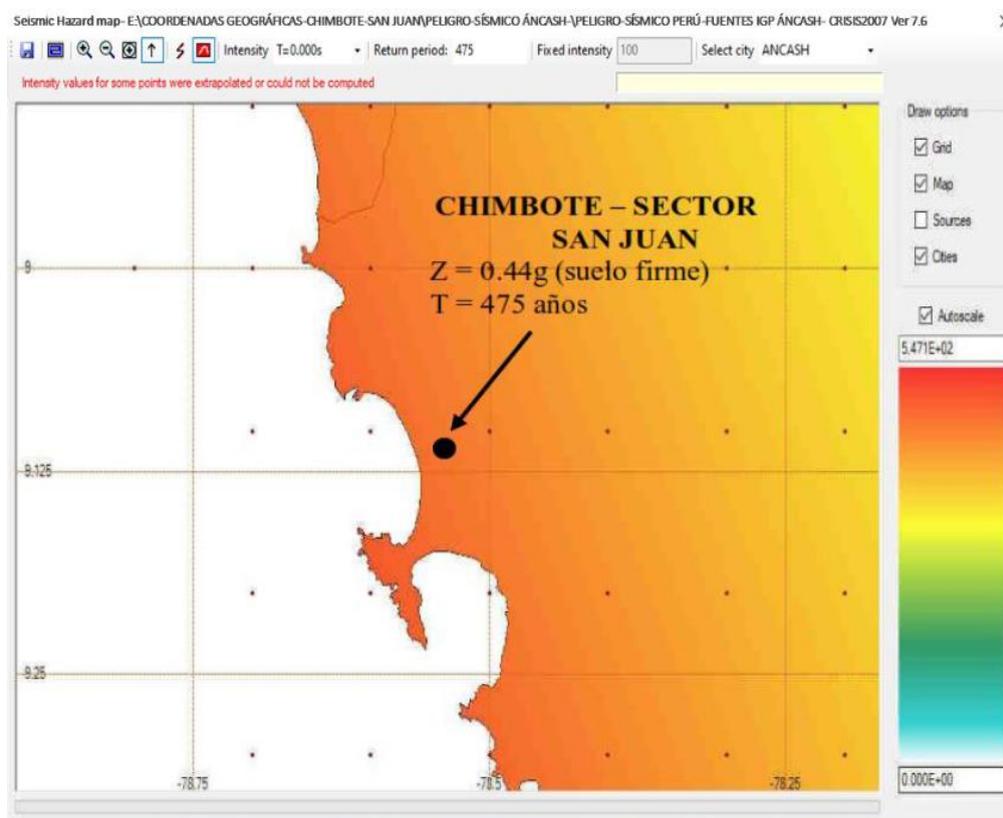
En la Figura 109 se aprecia que para un periodo espectral inicial igual a 0 segundos, la intensidad sísmica o aceleración máxima del suelo (PGA) en un sismo de periodo de retorno de 970 años, es igual a 534.97 gals, asimismo para un periodo estructural de 0.20 segundos, la aceleración en la estructura se amplifica hasta 2 veces el valor inicial de la aceleración en el suelo, representado en el punto máximo de la curva.

4.1.1.1.2. MAPA DE ISOACELERACIONES O PELIGRO SÍSMICO

Un mapa de isoaceleraciones es una representación gráfica de colores que representan una misma aceleración y que se degrada a medida que ésta es atenuada. La zonificación de la ciudad de Chimbote que se muestra en la Figura 110 (ventana de CRISIS2007), se presentó sobre nodos de una malla separados a cada 0.1 grados en un área delimitada por las coordenadas: longitud: 79W a 78.25W y latitud: 8.875S a 9.375S.

Figura 110

Mapa de peligro sísmico de Chimbote – sector San Juan aplicando CRISIS 2007.



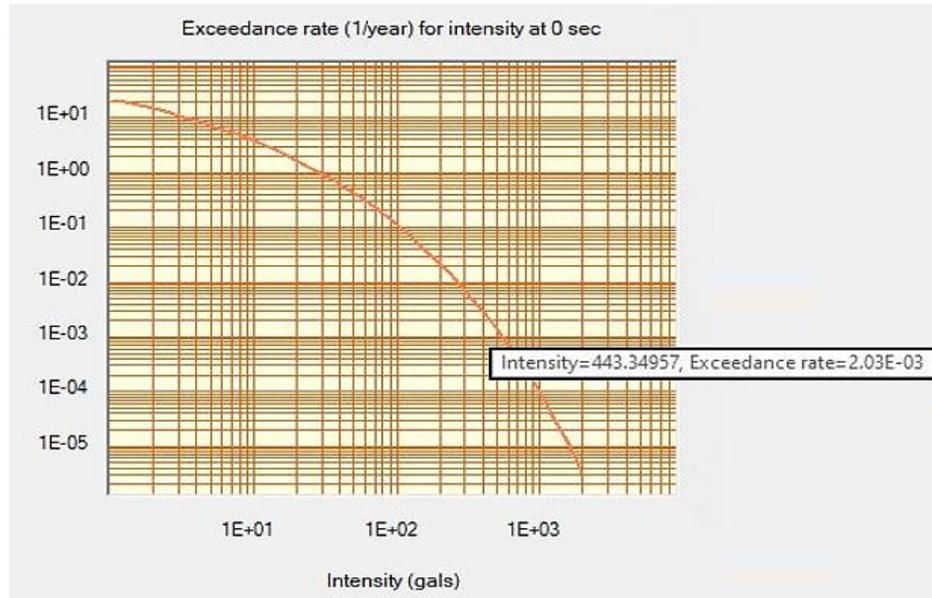
El mapa de peligro sísmico o isoaceleraciones para la ciudad de Chimbote – sector San Juan, correspondió a las máximas aceleraciones horizontales en suelo firme o PGA, obtenidos utilizando los parámetros de sismicidad y modelos descritos anteriormente en el algoritmo CRISIS-2007.

4.1.1.1.3. FRECUENCIA ANUAL DE EXCEDENCIA

El otro resultado del estudio fue una curva de peligro sísmico, donde se relacionó la Intensidad (aceleración) y su Frecuencia Anual de Excedencia.

Figura 111

Curvas de tasa de excedencia de intensidades para la ciudad de Chimbote – San Juan.



La Figura 111, muestra la tasa, razón o Frecuencia anual de excedencia (FAE) vs la Intensidad (aceleración en cm/s^2). Esta tasa anual de excedencia se obtuvo en función de la probabilidad de excedencia “P”, durante la vida útil “t”, mediante la ecuación modelo de Poisson, que se indica a continuación:

Ecuación 33

Frecuencia anual de excedencia

$$FAE = 1 - (1 - P)^{1/t}$$

El Período de Retorno “TR” se determinó mediante la inversa de FAE.

Por ejemplo:

- **Para un Tiempo de Retorno de 475 años,**

La Frecuencia Anual de Excedencia será: $1/475 = 0.0021$ veces/año. Si el Tiempo de exposición para una edificación es 50 años, entonces la Probabilidad que la intensidad sea excedida es: $10\% = 0.10$.

- **Para un Tiempo de Retorno de 45 años**

La Frecuencia Anual de Excedencia será: $1/45 = 0.0222$ veces/año. Si el Tiempo de exposición para una edificación es 50 años, entonces la Probabilidad que la intensidad sea excedida es: $67\% = 0.67$.

- **Para un Tiempo de Retorno de 75 años**

La Frecuencia Anual de Excedencia será: $1/75=0.0133$ veces/año. Si el Tiempo de exposición para una edificación es 50 años, entonces la Probabilidad que la intensidad sea excedida es: $50\% = 0.50$.

- **Para un Tiempo de Retorno de 970 años**

La Frecuencia Anual de Excedencia será: $1/970=0.0010$ veces/año. Si el Tiempo de exposición para una edificación es 970 años, entonces la Probabilidad que la intensidad sea excedida es: $5\% = 0.05$.

De la Ecuación 33 de Frecuencia anual de excedencia se realizó la siguiente operación:

$$FAE = 1 - (1 - P)^{1/t}$$

$$1 - (1 - P)^{1/t} = FAE$$

$$(1 - P)^{1/t} = 1 - FAE$$

ELEVAMOS AMBOS MIEMBROS AL EXPONENTE “t”:

$$(1 - P) = (1 - FAE)^t$$

$$P = 1 - (1 - FAE)^t$$

- Para Periodo de Retorno de 475 años y Tiempo de exposición “t” para una edificación es 50 años:

Obtuvimos $FAE = 1/475 = 0.0021$

Entonces Reemplazamos:

$$P = 1 - (1 - FAE)^t$$

$$P = 1 - (1 - 0.0021)^{50}$$

$$P = 1 - 0.90$$

$$P = 0.10 \approx 10\%$$

Por lo tanto, 10% es la Probabilidad que la intensidad sea excedida para un Periodo de Retorno de 475 años.

Para el resto de los periodos de retorno se realiza el mismo procedimiento:

- Para Periodo de Retorno de 45 años y Tiempo de exposición “t” para una edificación es 50 años:

Obtuvimos $FAE = 1/45 = 0.0222$

Entonces Reemplazamos:

$$P = 1 - (1 - FAE)^t$$

$$P = 1 - (1 - 0.0222)^{50}$$

$$P=1-0.33$$

$$P=0.67 \approx 67\%$$

Por lo tanto, 67% es la Probabilidad que La intensidad sea excedida para un Periodo de Retorno de 45 años.

- Para Periodo de Retorno de 75 años y Tiempo de exposición “t” para una edificación es 50 años:

$$\text{Obtuvimos } FAE = 1/75 = 0.0133$$

Entonces Reemplazamos:

$$P=1-(1 - FAE)^t$$

$$P=1-(1 - 0.0133)^{50}$$

$$P=1-0.50$$

$$P=0.50 \approx 50\%$$

Por lo tanto, 50% La Probabilidad que la intensidad sea excedida para un Periodo de Retorno de 75 años.

- Para Periodo de Retorno de 970 años y Tiempo de exposición “t” para una edificación es 50 años:

$$\text{Obtuvimos } FAE = 1/970 = 0.0010$$

Entonces Reemplazamos:

$$P=1-(1 - FAE)^t$$

$$P=1-(1 - 0.0010)^{50}$$

$$P=1-0.95$$

$$P=0.05 \approx 5\%$$

Por lo tanto, 5% es la Probabilidad que la intensidad sea excedida para un Periodo de Retorno de 970 años.

Por lo tanto, según la Figura 111, para calcular la intensidad o aceleración, solo bastó con trazar una horizontal desde FAE y luego una vertical hacia abajo al tocar con la curva, y de esa manera se obtuvo la aceleración máxima en suelo firme para la ciudad de Chimbote – sector San Juan que es 0.44g.

4.1.1.1.4. ESCENARIOS DE PELIGRO SÍSMICO

El método probabilístico del peligro sísmico permitió considerar todos los posibles escenarios de sismos. Para determinar los escenarios de peligro sísmico, se debió tener en cuenta que, para efectos de la estimación del riesgo sísmico en el área de estudio, se evaluó edificaciones para uso de viviendas; por lo que para la presente investigación se siguió lo recomendado por el Comité Visión 2000 del SEAOC, que establece intensidades sísmicas correspondientes a cuatro niveles de sismos (frecuente, ocasional, raro, muy raro), asociados a periodos de retorno de 45, 75, 475 y 970 años respectivamente (Tabla 40).

Tabla 40

Aceleraciones Máximas en suelo firme (S1) en unidades PGA (gal y g) para la zona de estudio.

| SISMO | PERIODO DE RETORNO (AÑOS) | PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA | PGA (gal) | PGA(g) |
|-----------|---------------------------|----------------------------|-----------|--------|
| Frecuente | 45 | 67% | 197.01 | 0.20 |
| Ocasional | 75 | 50% | 239.35 | 0.24 |
| Raro | 475 | 10% | 443.34 | 0.44 |
| Muy Raro | 970 | 5% | 534.97 | 0.53 |

Estos resultados sirvieron como comprobación de los resultados obtenidos por el IGP (2014), debido a que se usaron las leyes de atenuación acorde a las fuentes más actualizadas que se tienen, además se observó que de acuerdo al cálculo del peligro sísmico probabilístico mediante el programa CRISIS, el P.J. San Juan se encuentra en una zona de alta amenaza sísmica, debido a que para un sismo de periodo de retorno de 475 años (sismo raro o de diseño) la aceleración máxima horizontal en suelo rígido para el P.J. San Juan es de 0.44g con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años, confirmando los valores señalados por la Norma E.030 Diseño Sismorresistente (2020), ya que el P.J. San Juan se ubica en la Zona Sísmica Z4, la cual según la norma mencionada, es una zona de sismicidad alta.

Asimismo, debido a que según el estudio de suelos realizado en la zona de estudio (Anexo 1) el P.J. San Juan (Zona Z4) está conformada por suelos tipo S2 (suelos intermedios) y tipo S3 (Suelos blandos), fue necesario realizar las equivalencias de la aceleración máxima horizontal (PGA) en dichos suelos (Tabla 42 y Tabla 43) a partir de los resultados obtenidos en la Tabla 40, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S resaltados en *negrita* (Tabla 41).

Tabla 41

Factores de amplificación del suelo S para el P.J. San Juan.

| FACTOR DE SUELO “S” | | | | |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| SUELO ZONA | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| Z ₄ | 0,80 | 1,00 | 1,05 | 1,10 |
| Z ₃ | 0,80 | 1,00 | 1,15 | 1,20 |
| Z ₂ | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,40 |
| Z ₁ | 0,80 | 1,00 | 1,60 | 2,00 |

Tabla 42

Aceleraciones Máximas en suelo intermedio (S₂) en unidades PGA (gal y g) para la zona de estudio.

| SISMO | PERIODO RETORNO (AÑOS) | DE PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA | PGA (gal) | PGA(g) |
|-----------|---------------------------|----------------------------------|-----------|--------|
| Frecuente | 45 | 67% | 206.86 | 0.21 |
| Ocasional | 75 | 50% | 251.32 | 0.25 |
| Raro | 475 | 10% | 465.51 | 0.47 |
| Muy Raro | 970 | 5% | 561.72 | 0.56 |

De acuerdo con la Tabla 42, se determinó que, para un escenario de sismo frecuente con periodo de retorno de 45 años, la aceleración máxima horizontal en suelo intermedio S₂ es de 0.21g con una probabilidad de 67% de ser excedida en 50 años.

Asimismo, se determinó que, para un escenario de sismo ocasional con periodo de retorno de 75 años, la aceleración máxima horizontal en suelo intermedio S₂ es de 0.25g con una probabilidad de 50% de ser excedida en 50 años.

Además, se determinó que, para un escenario de sismo raro o de diseño con periodo de retorno de 475 años, la aceleración máxima horizontal en suelo intermedio S₂ es de 0.47g con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

Por último, se determinó que, para un escenario de sismo muy raro con periodo de retorno de 970 años, la aceleración máxima horizontal en suelo intermedio S₂ es de 0.56g con una probabilidad de % de ser excedida en 50 años.

Tabla 43

Aceleraciones Máximas en suelo blando (S3) en unidades PGA (gal y g) para la zona de estudio.

| SISMO | PERIODO RETORNO (AÑOS) | DE PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA | PGA (gal) | PGA(g) |
|--------------|-----------------------------------|--|------------------|---------------|
| Frecuente | 45 | 67% | 216.71 | 0.22 |
| Ocasional | 75 | 50% | 263.29 | 0.26 |
| Raro | 475 | 10% | 487.67 | 0.49 |
| Muy Raro | 970 | 5% | 588.47 | 0.59 |

De acuerdo con la Tabla 43, se determinó que, para un escenario de sismo frecuente con periodo de retorno de 45 años, la aceleración máxima horizontal en suelo blando S3 es de 0.22g con una probabilidad de 67% de ser excedida en 50 años.

Asimismo, se determinó que, para un escenario de sismo ocasional con periodo de retorno de 75 años, la aceleración máxima horizontal en suelo blando S3 es de 0.26g con una probabilidad de 50% de ser excedida en 50 años.

Además, se determinó que, para un escenario de sismo raro o de diseño con periodo de retorno de 475 años, la aceleración máxima horizontal en suelo blando S3 es de 0.49g con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

Por último, se determinó que, para un escenario de sismo muy raro con periodo de retorno de 970 años, la aceleración máxima horizontal en suelo blando S3 es de 0.59g con una probabilidad de 5% de ser excedida en 50 años.

4.1.1.2. RESULTADOS DE LA MICROZONIFICACION SISMICA-GEOTÉCNICA DEL P.J. SAN JUAN

4.1.1.2.1. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS REALIZADO EN EL P.J. SAN JUAN (ANEXO 1)

4.1.1.2.1.1. DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

En base a los ensayos de campo se dedujo la siguiente conformación:

La calicata N° 01, Presenta nivel freático a la profundidad de 1.10 m, y está conformado por una capa 1.80 m, de espesor conformado por Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido, seguido de un primer estrato (M1), de 1.20 m de espesor, de material Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color gris oscuro con presencia de finos no plásticos, Condición in situ: suelto y saturado.

La calicata N° 02, Presenta nivel freático a la profundidad de 2.20 m, y está conformado por una capa 2.00 m, de espesor conformado por Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido, seguido de un primer estrato (M1), de 1.00 m de espesor, de material Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color gris oscuro con presencia de finos no plásticos, Condición in situ: suelto y saturado.

La calicata N° 03, presenta nivel freático a la profundidad de 1.60 m, y está conformado por una capa 0.50 m, de espesor conformado por Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido, seguido de un primer estrato (M1), de 2.50 m de espesor, de material Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color beige oscuro con presencia de finos no plásticos, Condición in situ: semi compacto y saturado.

La calicata N° 04, no presenta nivel freático a la profundidad de 3.00 m, y está conformado por una capa 0.30 m, de espesor conformado por Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido, seguido de un primer estrato (M1),

de 2.70 m de espesor, de material Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color beige oscuro con presencia de finos no plásticos, Condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo.

La calicata N° 05, no presenta nivel freático a la profundidad de 3.00 m, y está conformado por una capa 0.40 m, de espesor conformado por Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido, seguido de un primer estrato (M1), de 2.60 m de espesor, de material Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color beige oscuro con presencia de finos no plásticos, Condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo.

La calicata N° 06, no presenta nivel freático a la profundidad de 3.00 m, y está conformado por una capa 0.60 m, de espesor conformado por Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido, seguido de un primer estrato (M1), de 2.40 m de espesor, de material Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color beige oscuro con presencia de finos no plásticos, Condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo.

4.1.1.2.1.2. SECTORIZACIÓN DEL P.J. SAN JUAN DE ACUERDO CON EL TIPO DE SUELO (NORMA E.030)

a) TRAMO 01: ZONA DE C-01, C-02, C-03 Y DPL-01, DPL-02, DPL-03

Basándose en los resultados a partir de los trabajos de campo realizados en las calicatas C-01, C-02 y C-03 y ensayos DPL -01, DPL-02, DPL-03 y de laboratorio realizados, así como el análisis efectuado, se puede concluir lo siguiente:

- El suelo está conformado en todos los casos por depósitos de Material tipo relleno antrópico, mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido, seguido de un primer estrato de material Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color gris oscuro con presencia de finos no plásticos, Condición in situ: suelto y saturado.
- La napa freática se ha localizado a la profundidad que varía de 1.10 a 2.20 m.
- El perfil geotécnico descrito precedentemente se considera de baja calidad mecánica en general, las arenas mal graduadas de plasticidad nula, situados en la región explorada

cuando están sumergidas son proclives a experimentar asientos diferenciales de importancia, son muy susceptibles a los fenómenos telúricos que provocarían su densificación y podría reducirse a cero su resistencia al corte (licuefacción).

- La capacidad portante a 3.00m, de profundidad para la zona de estudio tenemos:
 - Por Capacidad admisible zapata cuadrada 1.11 kg/cm²
 - Por Capacidad admisible cimiento rectangular: 1.13 kg/cm²
 - Por ensayo DPL-01: 1.07 kg/cm²
- Según norma E.030 se tienen los siguientes parámetros:

Tabla 44

Cuadro de resumen de valores de la Zona “I”.

| CUADRO DE RESUMEN DE VALORES | | |
|------------------------------|------|--------------------|
| Z= | 0,45 | Chimbote (Zona 4) |
| S= | 1,10 | Suelos Blandos |
| Tp= | 1 | Perfil de Suelo S3 |
| TL= | 1,6 | Perfil de Suelo S3 |

b) TRAMO 02: ZONA DE C-04, C-05, C-06 Y DPL-04, DPL-05, DPL-06

Basándose en los resultados a partir de los trabajos de campo realizados en las calicatas C-04, C-05 y C-06 y ensayos DPL-04, DPL-05, DPL-06 y de laboratorio realizados, así como el análisis efectuado, se puede concluir lo siguiente:

- El suelo está conformado geomorfológicamente de una capa de Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido, seguido de un primer estrato de material Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color beige oscuro con presencia de finos no plásticos, Condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo.
- Hasta la máxima profundidad explorada no se detectó la presencia de Nivel freático.
- La capacidad portante para las calicatas se ha realizado en base al ángulo de fricción obtenido por el ensayo DPL, señalamos que el tipo de suelo predominante a partir de los 0.50 m de profundidad es del tipo Arena mal graduada con limo (SP-SM). Asimismo, la capacidad portante más crítica a una profundidad de 1.50 m, es por asentamiento, cuyo valor es de $Q_{adm} = 1.57 \text{ Kg/cm}^2$, Por lo que, de acuerdo con los cálculos, a mayor profundidad de desplante de la cimentación existe mayor capacidad portante del terreno.
- Según norma E.030 se tienen los siguientes parámetros:

Tabla 45
Cuadro de resumen de valores de la Zona “II”.

| CUADRO DE RESUMEN DE VALORES | | |
|-------------------------------------|------|--------------------|
| Z= | 0,45 | Chimbote (Zona 4) |
| S= | 1,05 | Suelos Intermedios |
| Tp= | 0,6 | Perfil de Suelo S2 |
| TL= | 2 | Perfil de Suelo S2 |

4.1.1.2.2. PLANO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA-GEOTÉCNICA DEL P.J. SAN JUAN

Finalmente se realizó la microzonificación Sísmica - Geotécnica de la zona en estudio analizando e interpretando la información sísmica y geotécnica del estudio de suelos, geológicos, geotécnicos y geofísicos las cuales permitieron describir las características mecánicas del suelo y su respuesta sísmica.

Con estos resultados se obtuvo un plano de zonificación geotécnica sísmica del P.J. San Juan en la ciudad de Chimbote, como se muestra en el Anexo 9.

Dicho plano presenta 2 zonas, donde se subdividieron en Zona I y Zona II. según los tipos de suelos clasificados por la norma E.030 que fueron determinados por el estudio de suelos (EMS), las cuales se describieron a continuación:

Zona “I”: A partir de los resultados determinados en las calicatas C1, C2, C3 y ensayos de penetración ligera DPL-1, DPL-2 y DPL-3 se identificó en esta zona a un suelo tipo S3 (suelo blando) del RNE E.030 para el diseño sismorresistente, debido a las características del suelo observados en el área, considerando los parámetros sísmicos correspondientes. Asimismo, el tipo de suelo según SUCS es Arena mal Graduada (SP), hallándose en condición in situ suelto y saturado, la napa freática está localizado a la profundidad que varía de 1.10 a 2.20 m, y la capacidad portante a 3.00 m es igual a $Q_{adm} = 1.13 \text{ kg/cm}^2$

Zona “II”: A partir de los resultados determinados en las calicatas C4, C5, C6 y ensayos de penetración ligera DPL-4, DPL-5 y DPL-6 se identificó en esta zona a un suelo tipo S2 (suelo intermedio) del RNE E.030 para el diseño sismorresistente, debido a las características del suelo observados en el área, considerando los parámetros sísmicos correspondientes. Asimismo, el tipo de suelo según SUCS es Arena mal Graduada (SP), hallándose en condición in situ semi compacto y ligeramente húmedo y la capacidad portante a 1.50 m es igual a $Q_{adm} = 1.57 \text{ Kg/cm}^2$.

4.1.1.2.3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN DE SUELOS

4.1.1.2.3.1. RESULTADOS DE LA EVALUACION DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN DE SUELOS DE ACUERDO CON EL ARTÍCULO 38 DE LA NORMA E.050

De acuerdo con la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones, debido a que en la Zona I el tipo de suelo según SUCS es Arena mal Graduada (SP), hallándose en condición in situ suelto y saturado, la napa freática está localizado a la profundidad que varía de 1.10 a 2.20 m, se clasificó el potencial de licuación en el P.J. San Juan como Alta (Tabla 46), ya que el artículo 38 de la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones, menciona que, para que un suelo granular sea susceptible de licuar durante un sismo, debe presentar simultáneamente las características siguientes:

- Estar constituido por arena, arena limosa, arena arcillosa, limo arenoso no plástico o grava empacada en una matriz constituida por alguno de los materiales anteriores.
- Encontrarse sumergido.

Por lo tanto, debido a estos casos, en la presente investigación de acuerdo al estudio de mecánica de suelos (Anexo 1) se incluyó un análisis determinístico y probabilístico del Potencial de Licuación de la zona, indicándose la probabilidad de ocurrencia o no del fenómeno de Licuación (Tabla 46).

Tabla 46
Clasificación del potencial de licuación del P.J. San Juan.

| CLASIFICACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN | |
|---|----------------|
| Licuación | PL |
| Alta | > 50% |
| Moderada | 10% < PL ≤ 50% |
| Baja | 5% < PL ≤ 10% |
| Muy baja | < 5% |

4.1.1.2.3.2. ELEVACIÓN DE LA NAPA FREÁTICA EN EL P.J. SAN JUAN

Se refiere al incremento de la napa freática, debido a la infiltración en el subsuelo de las aguas del río Lacramarca y al descontrolado riego del Proyecto Chincas. Las aguas subterráneas en su escurrimiento hacia el mar son retenidas por el estrechamiento de los drenes superficiales o por la obstrucción del asentamiento urbano, lo cual eleva la napa freática; en caso extremo forma los pantanos o “humedales” (A.H. Villa María, Zona Industrial 27 de Octubre, 3 cabezas, al Este de Laguna de San Juan y Vivero Forestal).

4.1.1.2.3.3. FORMACIÓN DE LA LAGUNA SAN JUAN

El afloramiento de la napa freática en las depresiones topográficas ha represado las aguas formando lagunas cuyo nivel de agua es drenado superficialmente al mar (Vivero Forestal) o al río (Laguna PPAO, Villa María, al Sur de A.H. Villa España, etc.) En otros casos las lagunas tienen como fuente de abastecimiento las aguas superficiales como es el caso de la laguna de San Juan. Dichas lagunas constituyen peligro en la medida que no cuentan con control de la fuente de abastecimiento o del drenaje, donde cabe la probabilidad de inundación durante las crecientes del río Lacramarca, así como infiltraciones en el subsuelo de las edificaciones aledañas.

4.1.1.2.3.4. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN DE LOS SUELOS EN EL P.J. SAN JUAN

Según Parra y Alva (1991) realizaron la evaluación del potencial de licuación de los suelos de Chimbote mediante el método simplificado, basado en el comportamiento del suelo en terremotos pasados. Este método consistió en comparar las condiciones de sitios en donde haya o no haya ocurrido licuación de suelos en sismos pasados, con las condiciones del sitio en estudio. Se comparó la relación de esfuerzos (esfuerzo cortante promedio actuante/esfuerzo vertical efectivo), con valores corregidos del ensayo de penetración.

Con algunos de los sondajes recopilados y todos los sondajes realizados en este estudio, se efectuó el análisis simplificado de licuación en Chimbote. En cada sondaje se aplicó el método de Seed e Idriss; Tokimatsu y Yoshimi e Iwasaki y Tatsuoka para sismos con 0.15 y 0.30 g de aceleración máxima y magnitud Ms de 7.5.

Obtuvieron que para el sismo con aceleración máxima de 0.15 g y magnitud de $M_s=7.5$, se producirá el fenómeno de licuación en el P.J. San Juan, Urb. Trapecio, Barrio Magisterial y parte de Miraflores 2ª zona. Alto Perú, Zona de Reubicación, Miraflores Alto, Miraflores 1ª y 3ª zona y en parte de Florida Baja. Estos lugares se ubican en el depósito aluvial del río Lacramarca. El subsuelo está constituido por una capa delgada superficial (limos y arcillas) que suprayace arenas sueltas que aumentan de compacidad con la profundidad y que tienen estratos delgados de arcillas. El nivel freático es superficial. Estos lugares se ubican sobre arenas eólicas sueltas en la superficie, que aumentan de densidad en profundidad. El nivel freático se encuentra entre 1.50 y 2.00 metros.

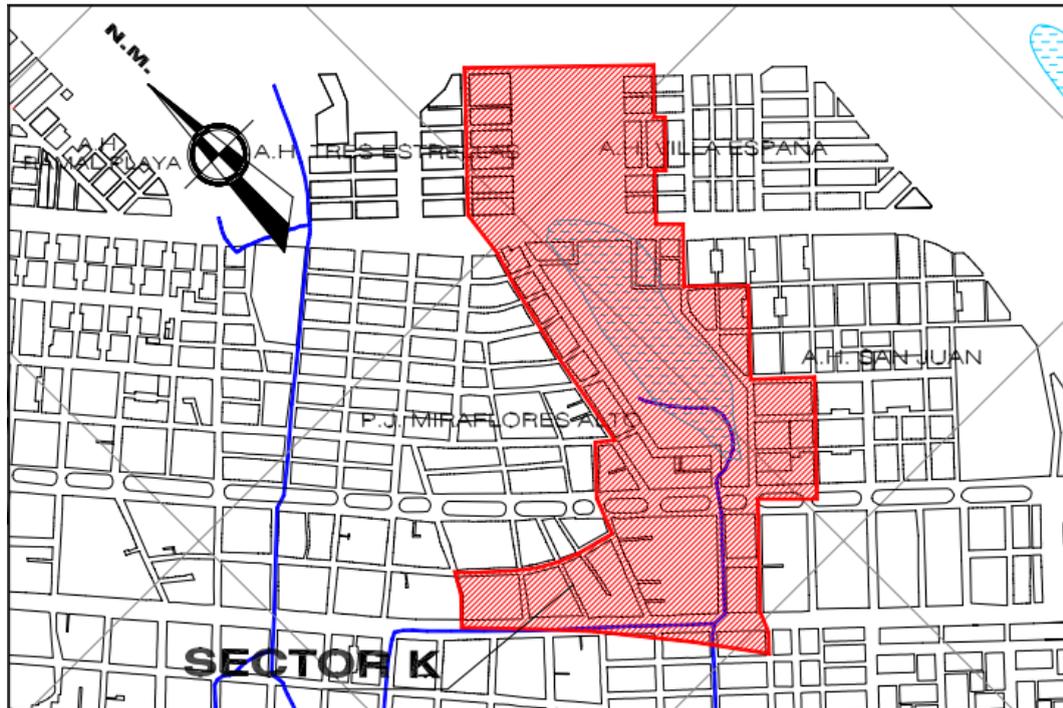
Asimismo, según el Mapa De Peligros Y Plan De Usos Del Suelo De La Ciudad De Chimbote (INADUR, 2000), La laguna San Juan se encuentra ubicado al Sur de la ciudad de Chimbote. Tiene una extensión de 10.60 has., y está ubicado en el A.H. Miraflores Alto, entre las Avenidas José Pardo y Camino Real, y el Jr. Micaela Bastidas. El sector comprende parte de los AA.HH. 3 Estrellas, Villa España, Miraflores Alto y San Juan, ubicándose en esta zona el efecto de potencial de licuación de los suelos en el P.J. San Juan (Figura 112).

Se forma por la depresión considerable del terreno y el afloramiento de la napa freática alta, alimentado por la permanente presión de las aguas residuales del riego. Hay existencia de puntos donde se arroja el desmote y la basura con olores nauseabundos (Figura 113).

Se encuentra expuesto al impacto de la acción sísmica que provoca problemas de resistencia de suelos por presentar una elevada probabilidad de licuación, y también a las inundaciones causadas por colapso de drenes.

Figura 112

Zona de Efecto de potencial de licuación de los suelos en el P.J. San Juan.



Nota. Tomado de Mapa De Peligros Y Plan De Usos Del Suelo De La Ciudad De Chimbote, por INADUR, 2000.

Figura 113

Estado actual del humedal de la Laguna San Juan en el P.J. San Juan.



4.1.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN

4.1.2.1. RESULTADOS DE LOS 11 PARÁMETROS DE VULNERABILIDAD

Se estudiaron un total de 740 edificaciones, las cuales se han clasificado en cuatro (04) grupos de acuerdo con el número de pisos que se evaluaron, las cuales variaron de uno a cuatro pisos, las cuales se detallan en la siguiente Tabla 47:

Tabla 47

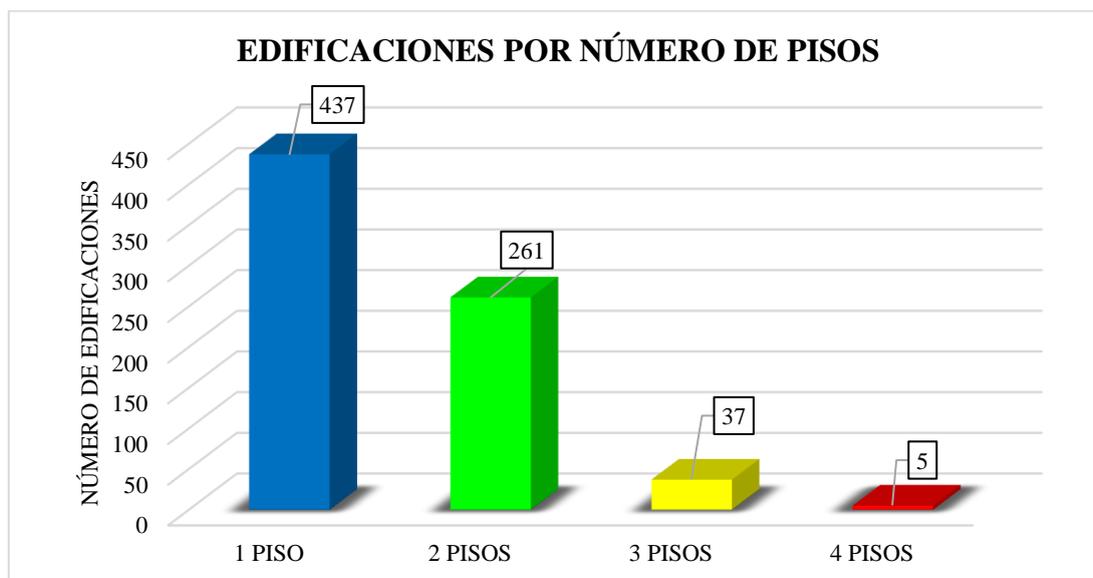
Porcentaje de edificaciones según el número de pisos.

| Nº PISOS | Nº EDIFICACIONES | % |
|----------------|------------------|-------------|
| 1 PISO | 437 | 59.05% |
| 2 PISOS | 261 | 35.27% |
| 3 PISOS | 37 | 5.00% |
| 4 PISOS | 5 | 0.68% |
| TOTAL | 740 | 100% |

Del total de edificaciones analizadas, se encontró que el 59.05% son de un piso, el 35.27% de dos pisos, el 5% de tres pisos y el 0.68% restante son de cuatro pisos. Se observó que el mayor porcentaje de las edificaciones son de un piso.

Figura 114

Edificaciones evaluadas según número de pisos en el área de estudio.



En la Figura 114 se aprecia mediante gráfico de barras el número de edificaciones según su número de pisos y en la Figura 115 se puede apreciar los porcentajes representados en un diagrama circular.

Figura 115

Porcentaje de edificaciones evaluadas según número de pisos en el área de estudio.



Posteriormente, se obtuvieron los resultados obtenidos en cuanto a la calificación que se le fue asignado a cada parámetro evaluado y el respectivo índice de vulnerabilidad de las edificaciones, para luego estimar el grado de daño producto de diferentes sismos considerados mediante el uso de funciones de vulnerabilidad finalizando en la obtención de los escenarios de daño.

Para la evaluación de las edificaciones se utilizaron una ficha de evaluación (ver Anexo 2), en donde se describieron cada uno de los 11 parámetros evaluados y su respectiva calificación en base a los criterios señalados en el capítulo IV, cuyos resultados se detallan a continuación:

4.1.2.1.1. PARÁMETRO N° 1: ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

La forma de cómo está organizado el sistema resistente formado por las columnas, vigas, losas y muros de una edificación contribuyó si esta es vulnerable o no. La Tabla 48 muestra los resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 1 presentando la cantidad y porcentaje de las viviendas en estudio por número de pisos, a la cual se le asocia un grado de vulnerabilidad de calificación dada por A, B, C, y D, donde A es nada vulnerable y D muy vulnerable, además en la Figura 116 se muestra una representación gráfica mediante un diagrama de barras. y en la Figura 117 se muestran dichos resultados de manera porcentual.

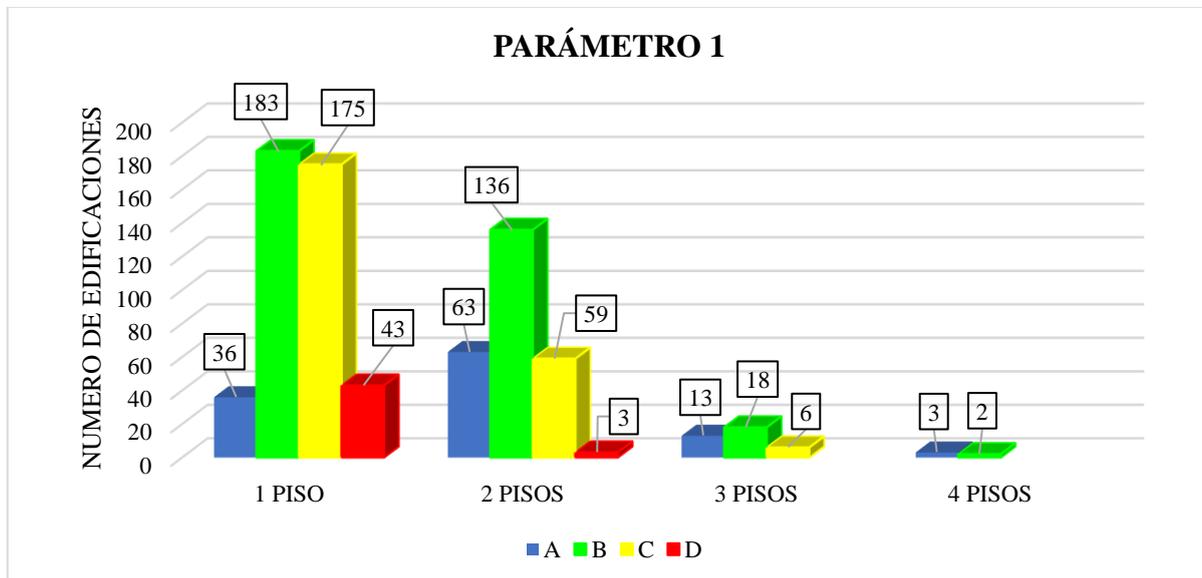
Tabla 48

Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 1 según el número de pisos.

| CLASE | 1 PISO | | 2 PISOS | | 3 PISOS | | 4 PISOS | |
|--------------|------------|-------------|------------|-------------|-----------|-------------|----------|-------------|
| | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % |
| A | 36 | 8.24% | 63 | 24.14% | 13 | 35.14% | 3 | 60.00% |
| B | 183 | 41.88% | 136 | 52.11% | 18 | 48.65% | 2 | 40.00% |
| C | 175 | 40.05% | 59 | 22.61% | 6 | 16.22% | 0 | 0.00% |
| D | 43 | 9.84% | 3 | 1.15% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| TOTAL | 437 | 100% | 261 | 100% | 37 | 100% | 5 | 100% |

Figura 116

Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 1.

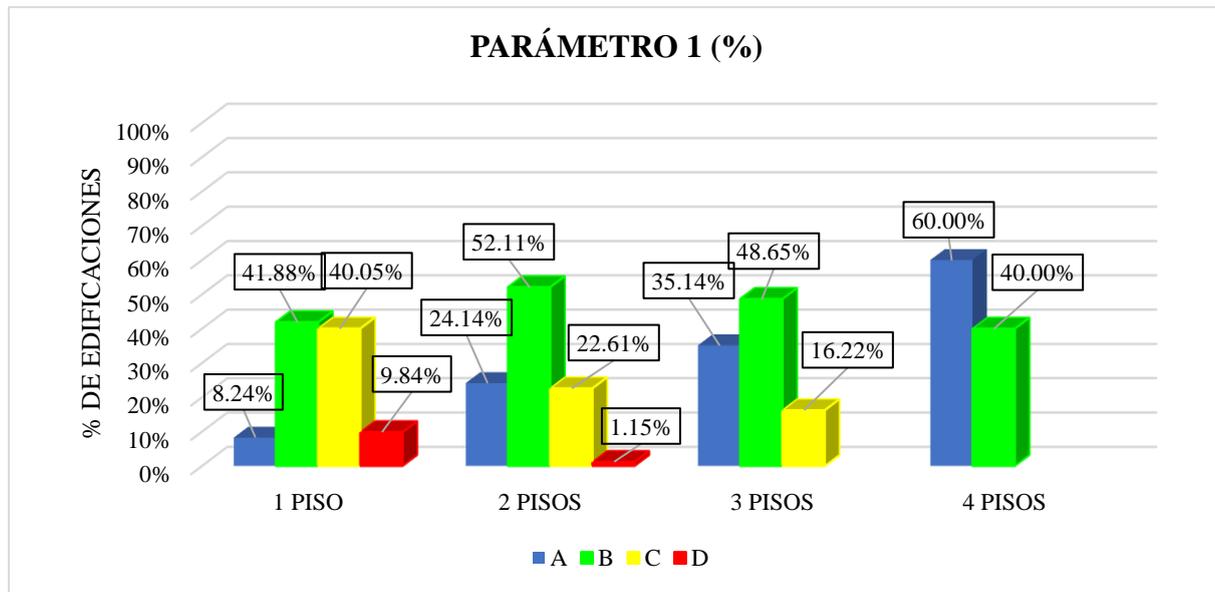


El 41.88% de las edificaciones de un piso fueron asignadas con el calificativo B, lo que indica la presencia de elementos de confinamiento vertical y horizontal en todos o gran mayoría de sus niveles y muros, mediante vigas y columnas de amarre; a su vez presentan una aceptable conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de las edificaciones, sin embargo, las estructuras no cumplen con al menos un requisito de la norma E.070.

El 52.11% de las edificaciones de dos pisos fueron asignadas con el calificativo B, lo que indica la presencia de elementos de confinamiento vertical y horizontal en todos o gran mayoría de sus niveles y muros, mediante vigas y columnas de amarre; a su vez presentan una aceptable conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de las edificaciones, sin embargo, las estructuras no cumplen con al menos un requisito de la norma E.070.

Figura 117

Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 1.



El 48.65% de las edificaciones de tres pisos fueron asignadas con el calificativo B, lo que indica la presencia de elementos de confinamiento vertical y horizontal en todos o gran mayoría de sus niveles y muros, mediante vigas y columnas de amarre; a su vez presentan una aceptable conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de las edificaciones, sin embargo, las estructuras no cumplen con al menos un requisito de la norma E.070.

El 60% de las edificaciones de cuatro pisos fueron asignadas con el calificativo A, lo que indica que las estructuras cumplen a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presentan una correcta conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de las edificaciones de manera horizontal y vertical.

La Figura 118 muestra una edificación de tres pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 10 Lt. 4, que obtuvo un calificativo A, debido a que la estructura cumple en gran parte la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una correcta conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical.

La Figura 119 muestra una edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 31 Lt. 12, de características similares a la vivienda anterior, no obstante, existe deficiencia en confinamiento, debido a que en el segundo piso los muros no presentan elementos de arriostre

horizontal como vigas soleras y no presenta diafragma rígido, por lo cual obtuvo un calificativo B.

Figura 118

Edificación de tres pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 10 Lt. 4, con proceso constructivo adecuado, presentando asimismo en gran mayoría de sus niveles y muros; vigas y columnas de amarre, y una buena distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación.



Figura 119

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 31 Lt. 12, presenta en gran mayoría de sus niveles y muros; vigas y columnas de amarre, y una buena distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación, no obstante, en el segundo piso los muros no presentan elementos de arriostre horizontal como vigas soleras y no presenta diafragma rígido.



La Figura 120 muestra una vivienda de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 13 Lt. 1, que obtuvo un calificativo C, debido a que la estructura en su segundo piso no presenta vigas y columnas de amarre, además de muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en los niveles de la edificación.

Figura 120

Edificación ubicada en la Mz. 13 Lt. 1, de dos pisos de albañilería confinada con deficiencias en confinamiento, en el segundo piso los muros no presentan elementos de arriostre ya sean vigas o columnas, así como también la conexión alféizar-muro está sin confinar.



Asimismo, La Figura 121 muestra una edificación de albañilería confinada de un piso ubicada en la Mz. 8 Lt. 6, en la cual los muros no presentan elementos de confinamiento vertical ni horizontal, por lo que obtuvo un calificativo D.

Figura 121

Edificación de albañilería confinada de un piso ubicada en la Mz. 8 Lt. 6, en la cual los muros no presentan elementos de confinamiento vertical ni horizontal.



4.1.2.1.2. PARÁMETRO N° 2: CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE

Debido a la inestable situación económica, muchos propietarios no tuvieron la posibilidad de contratar profesionales y recurren a la construcción informal, agravándose este problema porque con frecuencia se utilizó materiales constructivos de baja calidad. Tenemos como ejemplo el uso constante de los ladrillos artesanales, los que generalmente no cumplen con los requisitos mínimos para ser usados en la construcción; además del uso indebido de ladrillos pandereta en los muros portantes de las edificaciones, esto se evidencia por la frecuencia de las clases B y C. Asimismo, en la evaluación del presente parámetro se verificó la presencia incorrecta de instalaciones sanitarias no contempladas normalmente en el diseño estructural (en el caso de que exista), ya que esto disminuye considerablemente la resistencia de los muros.

La Tabla 49 muestra los resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 2 presentando la cantidad y porcentaje de las viviendas en estudio por número de pisos, a la cual se le asocia un grado de vulnerabilidad de calificación dada por A, B, C, y D, donde A es nada vulnerable y D muy vulnerable, además en la Figura 122 se muestra una representación gráfica mediante un diagrama de barras. y en la Figura 123 se muestran dichos resultados de manera porcentual.

Tabla 49

Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 2 según el número de pisos.

| CLASE | 1 PISO | | 2 PISOS | | 3 PISOS | | 4 PISOS | |
|--------------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|
| | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % |
| A | 40 | 9.15% | 64 | 24.52% | 11 | 29.73% | 1 | 20.00% |
| B | 168 | 38.44% | 127 | 48.66% | 21 | 56.76% | 2 | 40.00% |
| C | 176 | 40.27% | 66 | 25.29% | 5 | 13.51% | 2 | 40.00% |
| D | 53 | 12.13% | 4 | 1.53% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| TOTAL | 437 | 100% | 261 | 100% | 37 | 100% | 5 | 100% |

El 40.27% de las edificaciones de un piso fueron asignadas con el calificativo C, debido a que sus unidades de albañilería no se rigen a un control de calidad, lo que refleja la ausencia de asesoría técnica, mano de obra no calificada y la tendencia a la autoconstrucción, lo cual da como resultado un mal asentado de ladrillos con juntas de excesivo o insuficiente espesor no permitiendo un buen amarre entre las unidades de albañilería. Además, usan ladrillo tubular o pandereta en muros portantes.

El 48.66% de las edificaciones de dos pisos fueron asignadas con el calificativo B, lo que indica que gran parte emplea unidades de albañilería que no satisfacen los estándares de calidad,

sumado a ello la falta de control en el asentado de ladrillos, calidad de mortero y el espesor correcto de las juntas, tal como lo indica la norma E.070.

Figura 122

Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 2.

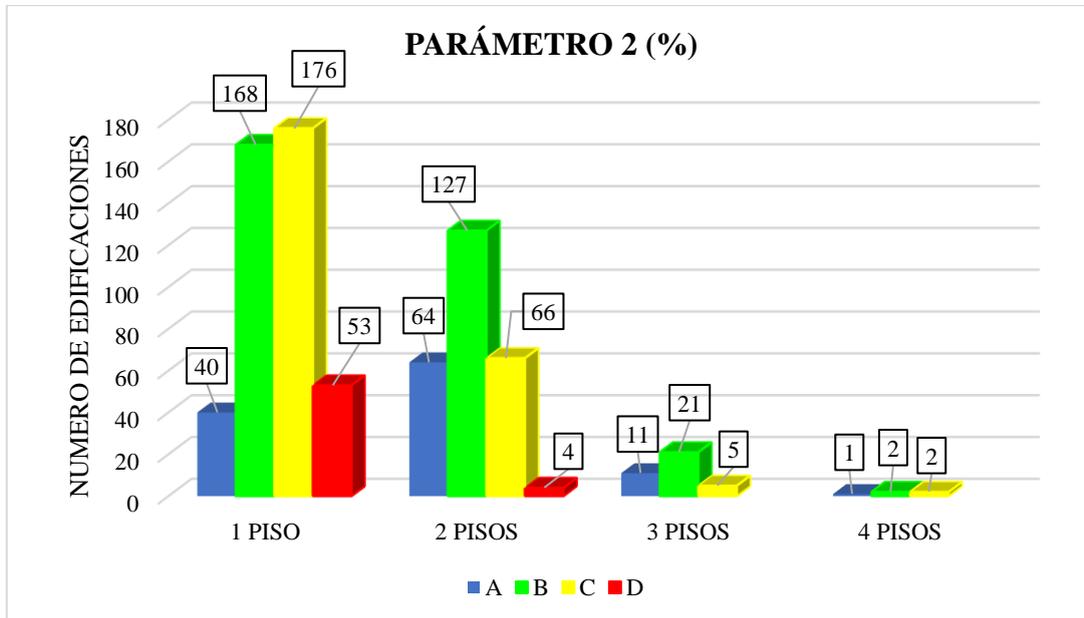
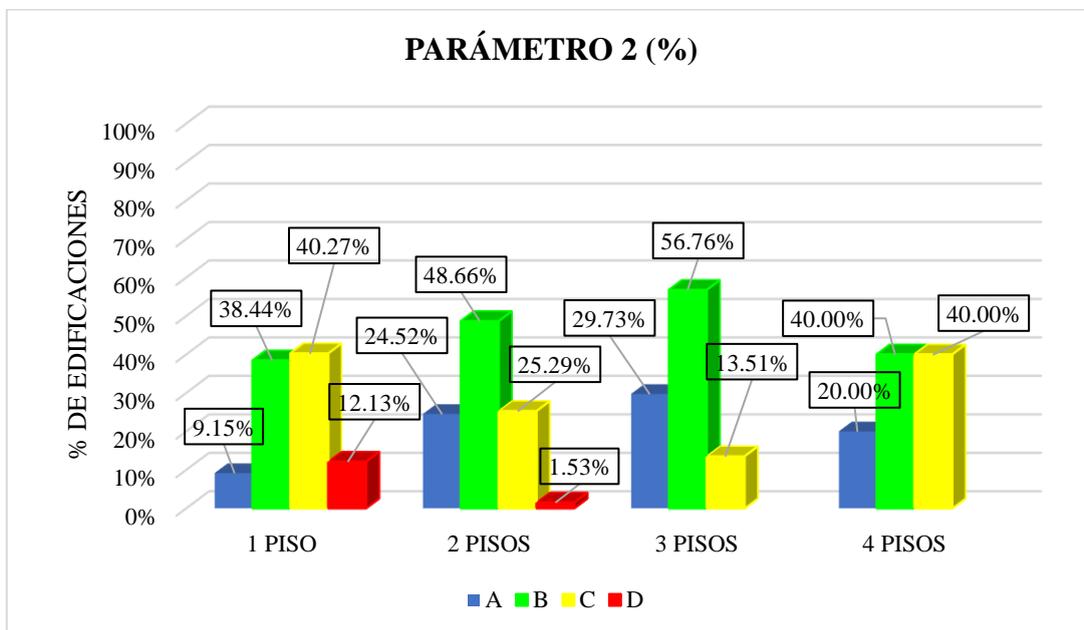


Figura 123

Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 2.



El 56.76% de las edificaciones de tres pisos fueron asignadas con el calificativo B, lo que indica que gran parte emplea unidades de albañilería que no satisfacen los estándares de calidad, sumado a ello la falta de control en el asentado de ladrillos, calidad de mortero y el espesor correcto de las juntas, tal como lo indica la norma E.070.

El 40% de las edificaciones de cuatro pisos fueron asignadas con el calificativo C y D, debido a que sus unidades de albañilería no se rigen a un control de calidad, lo que refleja la ausencia de asesoría técnica, mano de obra no calificada y la tendencia a la autoconstrucción, lo cual da como resultado un mal asentado de ladrillos con juntas de excesivo o insuficiente espesor no permitiendo un buen amarre entre las unidades de albañilería. Además, usan ladrillo tubular o pandereta en muros portantes.

La Figura 124 muestra una edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la ubicada en la Mz. 11 Lt. 6, que obtuvo un calificativo B, debido a que los muros del segundo piso no mantienen una homogeneidad entre sus unidades de albañilería observándose diferentes tipos de ladrillos hechos de arcilla y por otro lado de concreto.

La Figura 125 muestra una edificación de albañilería confinada de tres pisos ubicada en la Mz. 17 Lt. 10, que obtuvo un calificativo B, debido a que en los pisos superiores se ha utilizado ladrillos pandereta de tipo acanalado y liso en la construcción de los muros de la vivienda.

La Figura 126 muestra una edificación de albañilería confinada de dos pisos ubicada en la Mz. 11 Lt. 31, que obtuvo un calificativo C, debido a que, similar en el caso anterior, en el segundo piso se ha utilizado ladrillos pandereta de tipo acanalado en la construcción de los muros de la vivienda, además se observa la irregularidad en el espesor de las juntas de mortero y en las dimensiones de algunas piezas de ladrillo en los muros del primer piso.

La Figura 127 muestra una edificación de albañilería confinada de un piso ubicado en la Mz. 11 Lt. 29, que obtuvo un calificativo D, debido a que sus muros no mantienen una homogeneidad entre sus unidades de albañilería observándose diferentes tipos de ladrillos hechos de arcilla y por otro lado de concreto. se observa la irregularidad en el espesor de las juntas de mortero y en las dimensiones de algunas piezas de ladrillo en los muros, además se observa el deterioro de algunos ladrillos debido a la presencia del salitre, así como también la inexistencia de columnas de confinamiento en los muros.

Asimismo, la Figura 128 muestra una edificación de albañilería confinada de cuatro pisos ubicado en la Mz. 30 Lt. 2, donde se observa la incorrecta ubicación de las tuberías para instalaciones sanitarias debido a que están atravesando los muros. Esta edificación obtuvo un calificativo B.

Figura 124

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 11 Lt. 6, presenta muros del segundo piso que no mantienen una homogeneidad entre sus unidades de albañilería observándose diferentes tipos de ladrillos hechos de arcilla y por otro lado de concreto.



Figura 125

Edificación de tres pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 17 Lt. 10, en la cual se observa que en los pisos superiores se ha utilizado ladrillos pandereta de tipo acanalado y liso en la construcción de los muros de la vivienda.



Figura 126

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 11 Lt. 31, en el segundo piso se ha utilizado ladrillos pandereta de tipo acanalado en la construcción de los muros de la vivienda, además se observa la irregularidad en el espesor de las juntas de mortero y en las dimensiones de algunas piezas de ladrillo en los muros del primer piso.



Figura 127

Edificación de un piso de albañilería confinada ubicada en la Mz. 11 Lt. 29, se observa que sus muros no mantienen una homogeneidad entre sus unidades de albañilería observándose diferentes tipos de ladrillos hechos de arcilla y por otro lado de concreto. se observa la irregularidad en el espesor de las juntas de mortero y en las dimensiones de algunas piezas de ladrillo en los muros, además se observa el deterioro de algunos ladrillos debido a la presencia del salitre, así como también la inexistencia de columnas de confinamiento en los muros.



Figura 128

Edificación de cuatro pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 30 Lt. 2, donde se observa la incorrecta ubicación de las tuberías para instalaciones sanitarias debido a que están atravesando los muros. Esta edificación obtuvo un calificativo B.



4.1.2.1.3. PARÁMETRO N° 3: RESISTENCIA CONVENCIONAL

En este parámetro se asignaron las clases en función al nivel de resistencia de una edificación ante la fuerza sísmica a la que estará sometida la misma, por lo tanto la evaluación se realizó de acuerdo a los requisitos estructurales mínimos de acuerdo a la Norma E.070-Albañilería, dentro de las cuales se verificó el espesor mínimo efectivo que deba tener los muros, el esfuerzo axial máximo sobre el mismo, así como también la densidad mínima de muros que deba tener la estructura, asimismo se realizó la verificación de la resistencia al corte del edificio.

La Tabla 50 muestra los resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 3 presentando la cantidad y porcentaje de las viviendas en estudio por número de pisos, a la cual se le asocia un grado de vulnerabilidad de calificación dada por A, B, C, y D, donde A es nada vulnerable y D muy vulnerable, además en la Figura 129 se muestra una representación gráfica mediante un diagrama de barras. y en la Figura 130 se muestran dichos resultados de manera porcentual.

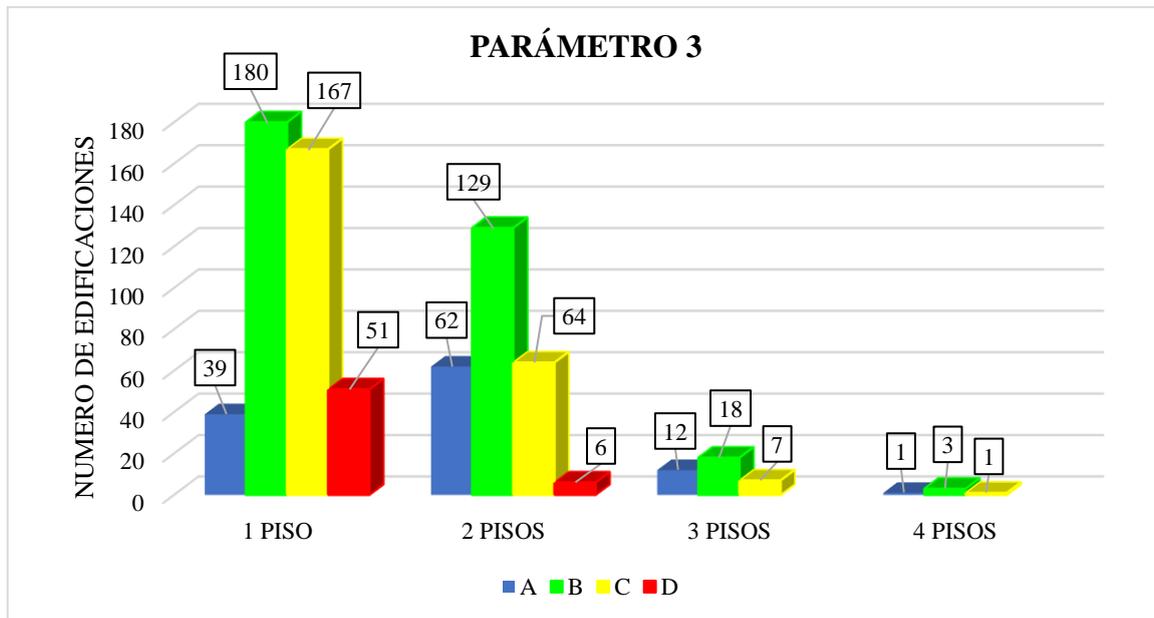
Tabla 50

Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 3 según el número de pisos.

| CLASE | 1 PISO | | 2 PISOS | | 3 PISOS | | 4 PISOS | |
|--------------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|
| | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % |
| A | 39 | 8.92% | 62 | 23.75% | 12 | 32.43% | 1 | 20.00% |
| B | 180 | 41.19% | 129 | 49.43% | 18 | 48.65% | 3 | 60.00% |
| C | 167 | 38.22% | 64 | 24.52% | 7 | 18.92% | 1 | 20.00% |
| D | 51 | 11.67% | 6 | 2.30% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| TOTAL | 437 | 100% | 261 | 100% | 37 | 100% | 5 | 100% |

Figura 129

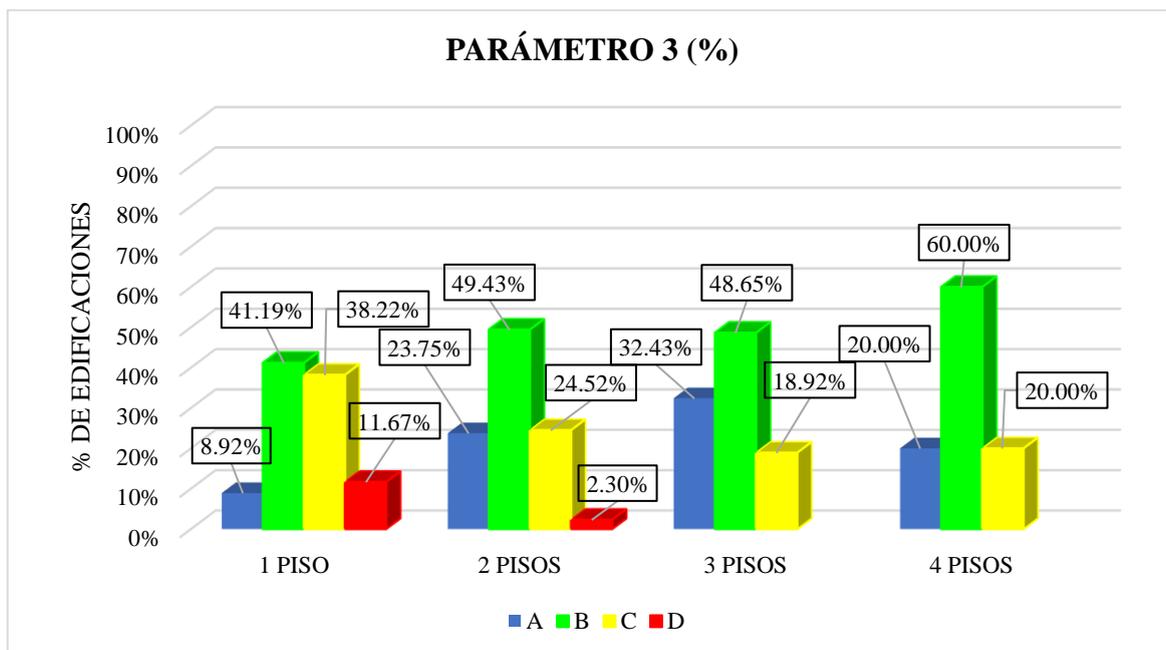
Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 3.



El 41.19% de las edificaciones de un piso fueron asignadas con el calificativo B, lo que indica que menos del 75% del total de los muros de las edificaciones cumplen con el espesor mínimo efectivo, menos del 75% del total de muros en ambos ejes de las edificaciones cumplen el esfuerzo axial máximo, que en un piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y y/o en un piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y.

Figura 130

Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 3.



El 49.43% de las edificaciones de dos pisos fueron asignadas con el calificativo B, lo que indica que menos del 75% del total de los muros de las edificaciones cumplen con el espesor mínimo efectivo, menos del 75% del total de muros en ambos ejes de las edificaciones cumplen el esfuerzo axial máximo, que en un piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y y/o en un piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y.

El 51.35% de las edificaciones de tres pisos fueron asignadas con el calificativo B, lo que indica que menos del 75% del total de los muros de las edificaciones cumplen con el espesor mínimo efectivo, menos del 75% del total de muros en ambos ejes de las edificaciones cumplen el esfuerzo axial máximo, que en un piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y y/o en un piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y.

El 60% de las edificaciones de cuatro pisos fueron asignadas con el calificativo B, lo que indica que menos del 75% del total de los muros de las edificaciones cumplen con el espesor mínimo efectivo, menos del 75% del total de muros en ambos ejes de las edificaciones cumplen el esfuerzo axial máximo, que en un piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y y/o en un piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y.

La Figura 131 muestra una edificación de albañilería confinada de dos pisos ubicada en la Mz.11 Lt. 26, donde menos del 25% del total de muros (9%) en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo, en todos los pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y, y en todos los pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. Por lo tanto, esta edificación obtuvo un calificativo D.

La Figura 132 muestra una edificación de albañilería confinada de dos pisos ubicada en la Mz. 8 Lt. 3, donde menos del 25% del total de muros (18%) en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo, en todos los pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y, y en todos los pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. Por lo tanto, esta edificación obtuvo un calificativo D.

La Figura 133 muestra una edificación de albañilería confinada de dos pisos ubicada en la Mz. 26 Lt. 12, donde menos del 50% del total de muros (40%) en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo, en 1 piso (segundo piso) no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y, y en 1 piso (segundo piso) no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. Por lo tanto, esta edificación obtuvo un calificativo C.

La Figura 134 muestra una edificación de albañilería confinada de tres pisos ubicada en la Mz. 6 Lt. 6, donde menos del 75% del total de muros (68%) en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo, en 1 piso (tercer piso) no se cumple la densidad mínima de muros en

la dirección X o Y, y en 1 piso (tercer piso) no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. Por lo tanto, esta edificación obtuvo un calificativo C.

Figura 131

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz.11 Lt. 26, donde del 25% del total de muros (9%) en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo, en todos los pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y, y en todos los pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y.



Figura 132

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 8 Lt. 3, donde menos del 25% del total de muros (18%) en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo, en todos los pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y, y en todos los pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y.



Figura 133

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 26 Lt. 12, donde menos del 50% del total de muros (40%) en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo, en 1 piso (segundo piso) no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y, y en 1 piso (segundo piso) no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y.



Figura 134

Edificación de tres pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 6 Lt. 6, donde menos del 75% del total de muros (68%) en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo, en 1 piso (tercer piso) no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y y en 1 piso (tercer piso) no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y.



4.1.2.1.4. PARÁMETRO N° 4: POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN

Para la calificación de este parámetro se han considerado aspectos tales como el tipo de suelo, potencial de licuefacción, estado de la cimentación, la aplicación de la Norma de Suelos y Cimentaciones E.050 y la presencia de humedad y sales. Debido que las edificaciones se encuentran cimentadas sobre suelo intermedio o blando, además que en ciertas viviendas existe presencia de sales o humedad, y algunas se encuentran en zona de potencial de licuefacción, la totalidad de las edificaciones se clasificaron en las categorías B, C y D.

La Tabla 51 muestra los resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 4 presentando la cantidad y porcentaje de las viviendas en estudio por número de pisos, a la cual se le asocia un grado de vulnerabilidad de calificación dada por A, B, C, y D, donde A es nada vulnerable y D muy vulnerable, además en la Figura 135 se muestra una representación gráfica mediante un diagrama de barras. y en la Figura 136 se muestran dichos resultados de manera porcentual.

Tabla 51

Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 4 según el número de pisos.

| CLASE | 1 PISO | | 2 PISOS | | 3 PISOS | | 4 PISOS | |
|--------------|------------|-------------|------------|-------------|-----------|-------------|----------|-------------|
| | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % |
| A | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| B | 163 | 37.30% | 55 | 21.07% | 2 | 5.41% | 0 | 0.00% |
| C | 130 | 29.75% | 91 | 34.87% | 15 | 40.54% | 3 | 60.00% |
| D | 144 | 32.95% | 115 | 44.06% | 20 | 54.05% | 2 | 40.00% |
| TOTAL | 437 | 100% | 261 | 100% | 37 | 100% | 5 | 100% |

Figura 135

Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 4.

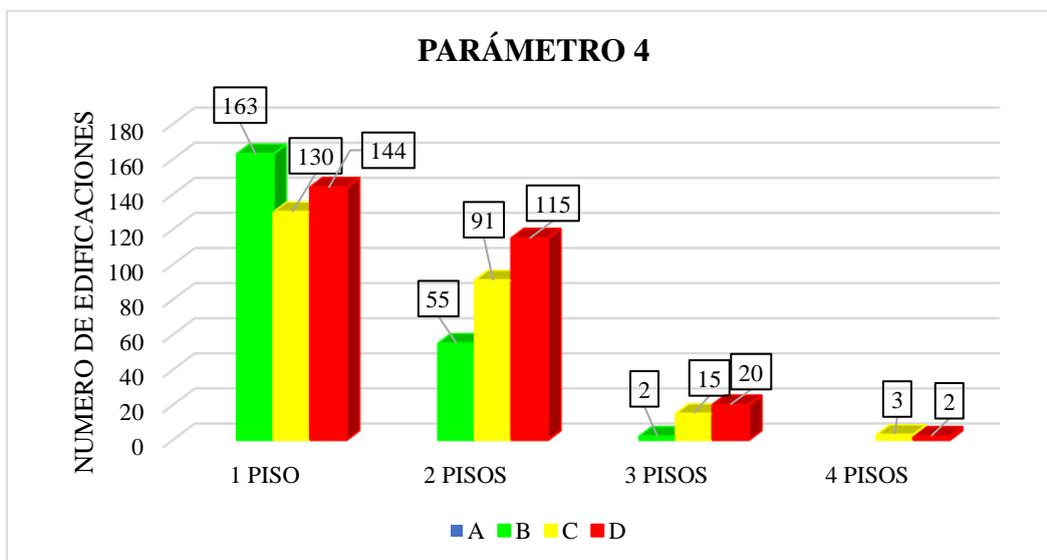
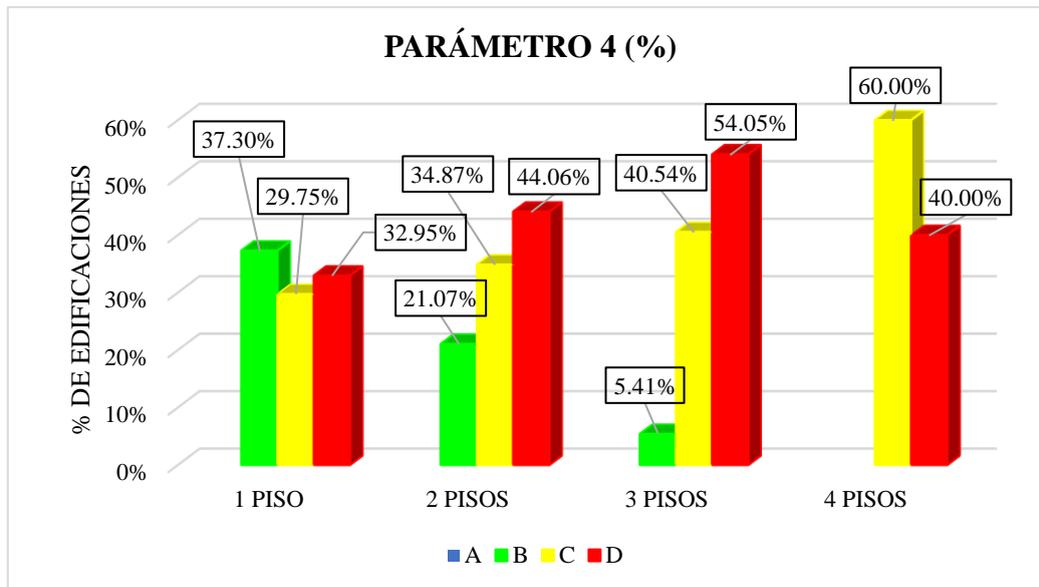


Figura 136

Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 4.



El 29.75% y 32.95 % de las edificaciones de un piso fueron asignadas con el calificativo C y D respectivamente, lo que indica que han sido cimentadas sobre suelo blando, la diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro, además de la presencia considerable de sales o humedad. Asimismo, estas viviendas se encuentran en zona de potencial licuefacción.

El 44.06% de las edificaciones de dos pisos fueron asignadas con el calificativo D, lo que indica que han sido cimentadas sobre suelo blando, la diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro, además de la presencia considerable de sales o humedad. Asimismo, estas viviendas se encuentran en zona de potencial licuefacción.

El 54.05% de las edificaciones de tres pisos fueron asignadas con el calificativo D, lo que indica que han sido cimentadas sobre suelo blando, la diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro, además de la presencia considerable de sales o humedad. Asimismo, estas viviendas se encuentran en zona de potencial licuefacción.

El 60% de las edificaciones de cuatro pisos fueron asignadas con el calificativo C, lo que indica que han sido cimentadas sobre suelo blando, la diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro, además de la presencia considerable de sales o humedad.

La Figura 137 muestra una edificación de albañilería de dos pisos ubicada en la Mz. 10 Lt. 5, la cual se encuentra cimentada sobre suelo blando (Perfil Tipo S3) determinado a partir del EMS realizado en este trabajo de investigación para esta zona, además la diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro y se observa principalmente la presencia

considerable de eflorescencia de sales o humedad la cual estaría debilitando tanto a elementos estructurales como no estructurales. Asimismo, la vivienda se encuentra en zona de potencial licuefacción. Por lo tanto, esta edificación obtuvo un calificativo D.

La Figura 138 muestra una edificación de albañilería de un piso ubicada en la Mz. 13 Lt. 14, la cual se también se encuentra cimentada sobre suelo blando (Perfil Tipo S3) determinado a partir del EMS realizado en este trabajo de investigación para esta zona, además la diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro y se observa de forma notoria la presencia considerable de eflorescencia de sales o humedad la cual estaría debilitando tanto a elementos estructurales como no estructurales. Por lo tanto, esta edificación obtuvo un calificativo C.

La Figura 139 muestra una edificación de albañilería de un piso ubicada en la Mz. 13 Lt. 6, la cual presenta características similares a las anteriores. Por lo tanto, esta edificación obtuvo un calificativo C.

La Figura 140 muestra una edificación de albañilería de dos pisos ubicada en la Mz. 20 Lt. 23, la cual presenta características similares a las anteriores, observándose principalmente la presencia de eflorescencia de sales y humedad en los muros de la edificación. Asimismo, la vivienda se encuentra en zona de potencial licuefacción. Por lo tanto, esta edificación obtuvo un calificativo D.

Figura 137

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 10 Lt. 5, la cual se encuentra cimentada sobre suelo blando (Perfil Tipo S3) determinado a partir del EMS realizado en este trabajo de investigación para esta zona, además la diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro y se observa principalmente la presencia considerable de eflorescencia de sales o humedad la cual estaría debilitando tanto a elementos estructurales como no estructurales.



Figura 138

Edificación de un piso de albañilería confinada ubicada en la Mz. 13 Lt. 14, la cual se también se encuentra cimentada sobre suelo blando (Perfil Tipo S3) determinado a partir del EMS realizado en este trabajo de investigación para esta zona, además la diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro y se observa de forma notoria la presencia considerable de eflorescencia de sales o humedad la cual estaría debilitando tanto a elementos estructurales como no estructurales.



Figura 139

Edificación de un piso de albañilería confinada ubicada en la Mz. 13 Lt. 6, la cual presenta características similares a las anteriores.



Figura 140

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 20 Lt. 23, la cual presenta características similares a las anteriores, observándose principalmente la presencia de eflorescencia de sales y humedad en los muros de la edificación.



4.1.2.1.5. PARÁMETRO N° 5: DIAFRAGMA HORIZONTAL

Para la evaluación de este parámetro se realizó de acuerdo con las observaciones realizadas en campo correspondiente a la calidad de los diafragmas, lo cual tiene una notable importancia para garantizar el correcto funcionamiento de los elementos resistentes verticales (muros y columnas), el cual asumiendo un diafragma de calidad distribuye las fuerzas de forma proporcional a los elementos resistentes.

La Tabla 52 muestra los resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 5 presentando la cantidad y porcentaje de las viviendas en estudio por número de pisos, a la cual se le asocia un grado de vulnerabilidad de calificación dada por A, B, C, y D, donde A es nada vulnerable y D muy vulnerable, además en la Figura 141 se muestra una representación gráfica mediante un diagrama de barras. y en la Figura 142 se muestran dichos resultados de manera porcentual.

Tabla 52

Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 5 según el número de pisos.

| CLASE | 1 PISO | | 2 PISOS | | 3 PISOS | | 4 PISOS | |
|--------------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | N° LOTES | % |
| A | 38 | 8.70% | 57 | 21.84% | 2 | 5.41% | 0 | 0.00% |
| B | 129 | 29.52% | 79 | 30.27% | 13 | 35.14% | 2 | 40.00% |
| C | 148 | 33.87% | 82 | 31.42% | 14 | 37.84% | 1 | 20.00% |
| D | 122 | 27.92% | 43 | 16.48% | 8 | 21.62% | 2 | 40.00% |
| TOTAL | 437 | 100% | 261 | 100% | 37 | 100% | 5 | 100% |

El 33.87% de las edificaciones de un piso fueron asignadas con el calificativo C, esto quiere decir que estas viviendas no cumplen con dos de estas tres condiciones: Ausencia de planos a desnivel, deformación del diafragma despreciable, la conexión entre el diafragma y el muro es eficaz.

Figura 141

Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 5.

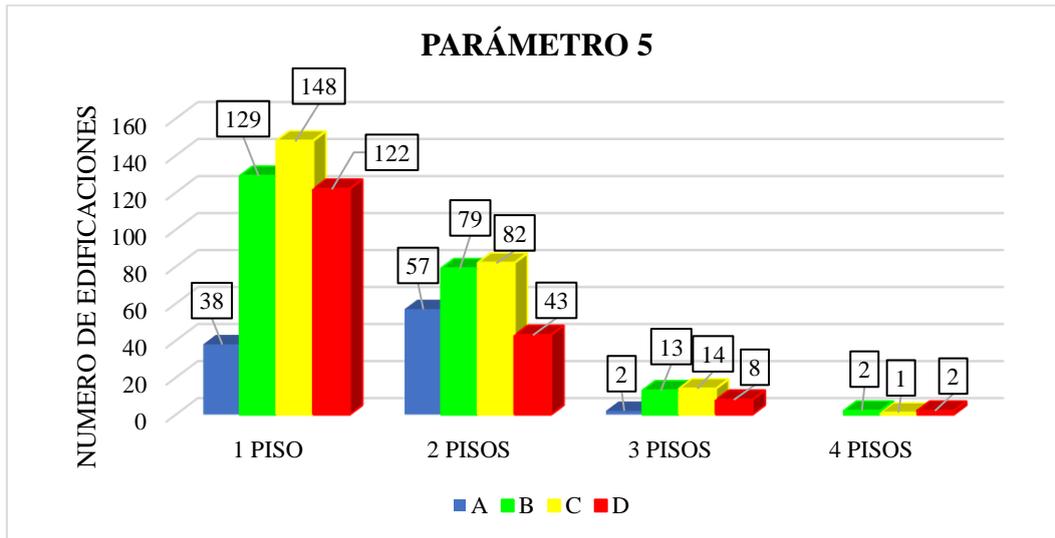
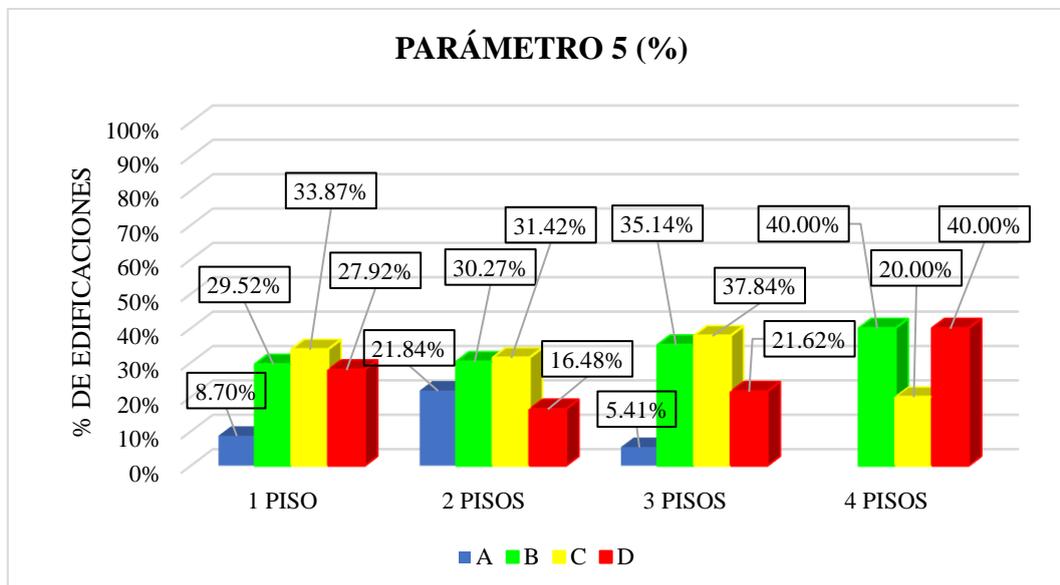


Figura 142

Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 5.



El 31.42% de las edificaciones de dos pisos fueron asignadas con el calificativo C, esto quiere decir que estas viviendas no cumplen con dos de estas tres condiciones: Ausencia de planos a desnivel, deformación del diafragma despreciable, la conexión entre el diafragma y el muro es eficaz.

El 37.84% de las edificaciones de tres pisos fueron asignadas con el calificativo C, esto quiere decir que estas viviendas no cumplen con dos de estas tres condiciones: Ausencia de planos a desnivel, deformación del diafragma despreciable, la conexión entre el diafragma y el muro es eficaz.

El 40% de las edificaciones de cuatro pisos fueron asignadas con el calificativo B y D esto quiere decir que estas viviendas no cumplen con una o ninguna de estas tres condiciones: Ausencia de planos a desnivel, deformación del diafragma despreciable, la conexión entre el diafragma y el muro es eficaz.

La Figura 143 muestra una edificación de albañilería de un piso ubicada en la Mz. 17 Lt. 18, con cierta deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma. Asimismo, el poco espesor de la losa no permite el comportamiento de losa rígido. Esta edificación obtuvo un calificativo D.

La Figura 144 muestra una edificación de albañilería de dos pisos ubicada en la Mz. 13 Lt. 20, con cierta deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma, además se observa la presencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas y la deficiente conexión entre los diafragmas y muros en el segundo nivel. Esta edificación obtuvo un calificativo D.

La Figura 145 muestra una edificación de albañilería de un piso ubicada en la Mz. 28A Lt. 10, también con cierta deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma. Esta edificación obtuvo un calificativo D.

La Figura 146 muestra una edificación de albañilería de dos pisos ubicada en la Mz. 25 Lt. 3, se observa la presencia de planos a desnivel y discontinuidades en el techo del primer nivel y la deficiente conexión entre los diafragmas y muros en el segundo nivel. Esta edificación obtuvo un calificativo D.

Figura 143

Edificación de un piso de albañilería confinada ubicada en la Mz. 17 Lt. 18, con cierta deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma.



Figura 144

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 13 Lt. 20, con cierta deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma, además se observa la presencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas y la deficiente conexión entre los diafragmas y muros en el segundo nivel.



Figura 145

Edificación de un piso de albañilería confinada ubicada en la Mz. 28A Lt. 10, también con deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma.



Figura 146

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 25 Lt. 3, se observa la presencia de planos a desnivel y discontinuidades en el techo del primer nivel y la deficiente conexión entre los diafragmas y muros en el segundo nivel.



4.1.2.1.6. PARÁMETRO N° 6: CONFIGURACIÓN EN PLANTA

Para la evaluación de este parámetro se realizó de acuerdo con las condiciones de simetría en planta de las edificaciones.

El parámetro propone calificaciones de vulnerabilidad baja cuando las dimensiones en planta se asemejan a secciones cuadradas, sin protuberancias adicionales y propone calificaciones de vulnerabilidad alta cuando las secciones son excesivamente alargadas o con protuberancias demasiado grandes, las cuales pueden provocar problemas de torsión en planta y concentraciones de esfuerzos en las esquinas y en los elementos más alejados de los centros de gravedad y de rigidez.

Se observó que la mayoría de las edificaciones presentan una aceptable simetría en planta, por lo que se encuentran inmersas en la clase "A", salvo algunos casos donde se presentan dimensiones considerables o irregularidades en planta.

La Tabla 53 muestra los resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 6 presentando la cantidad y porcentaje de las viviendas en estudio por número de pisos, a la cual se le asocia un grado de vulnerabilidad de calificación dada por A, B, C, y D, donde A es nada vulnerable y D muy vulnerable, además en la Figura 147 se muestra una representación gráfica mediante un diagrama de barras. y en la Figura 148 se muestran dichos resultados de manera porcentual.

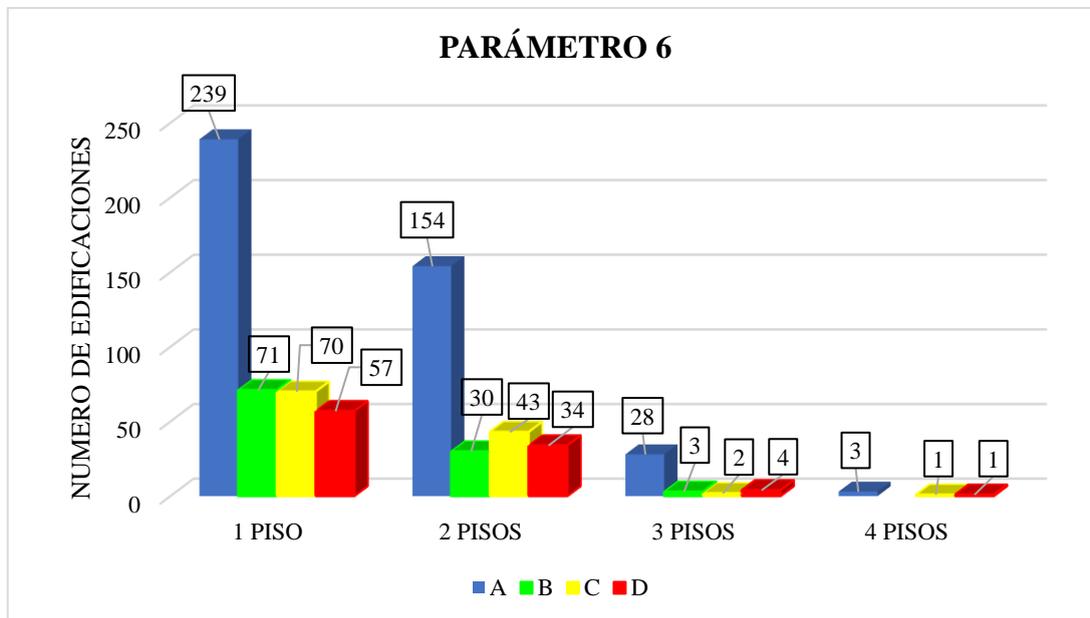
Tabla 53

Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 6 según el número de pisos.

| CLASE | 1 PISO | | 2 PISOS | | 3 PISOS | | 4 PISOS | |
|--------------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | N° LOTES | % |
| A | 239 | 54.69% | 154 | 59.00% | 28 | 75.68% | 3 | 60.00% |
| B | 71 | 16.25% | 30 | 11.49% | 3 | 8.11% | 0 | 0.00% |
| C | 70 | 16.02% | 43 | 16.48% | 2 | 5.41% | 1 | 20.00% |
| D | 57 | 13.04% | 34 | 13.03% | 4 | 10.81% | 1 | 20.00% |
| TOTAL | 437 | 100% | 261 | 100% | 37 | 100% | 5 | 100% |

Figura 147

Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 6.



El 54.69% de las edificaciones de un piso fueron asignadas con el calificativo A, lo que indica edificaciones con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo con NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos.

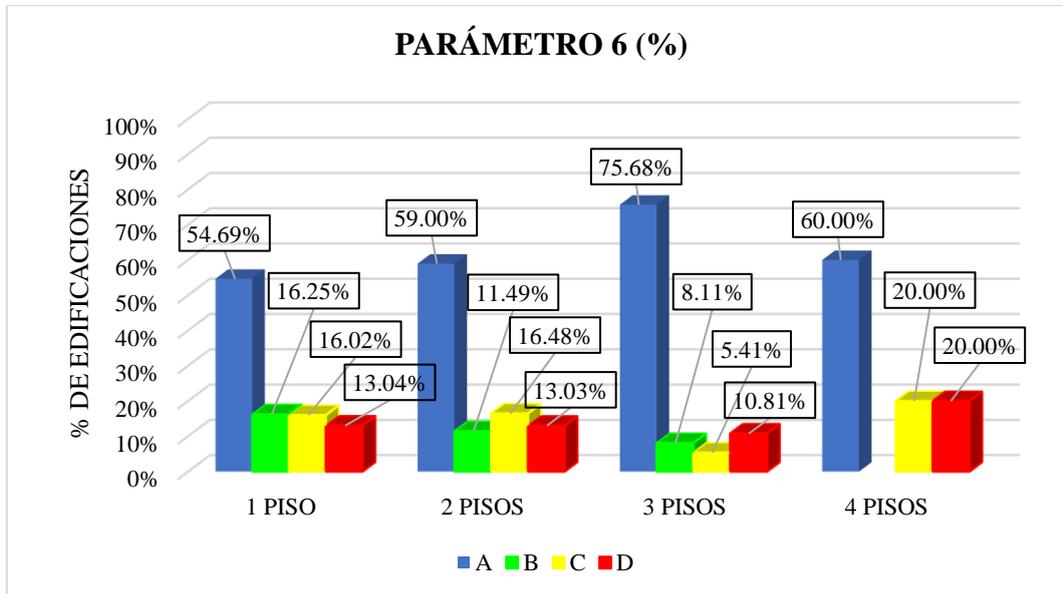
El 59% de las edificaciones de dos pisos fueron asignadas con el calificativo A, lo que indica edificaciones con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo con NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos.

El 75.68% de las edificaciones de tres pisos fueron asignadas con el calificativo A, lo que indica edificaciones con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de

acuerdo con NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos.

Figura 148

Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 6.



El 60% de las edificaciones de cuatro pisos fueron asignadas con el calificativo A, lo que indica edificaciones con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo con NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos.

La Figura 149 muestra una edificación de albañilería confinada de tres pisos ubicada en la Mz. 5 Lt. 14, cuyas dimensiones son de 5m de frente x 30 m de fondo, por lo tanto, existe una relación entre las dimensiones del edificio mayor a 3, lo que indica que se obtuvo un $\beta_1 < 0.4$ ($\beta_1 = a/L = 5/30 = 0.17$). Esta edificación obtuvo un calificativo D.

La Figura 150 muestra una edificación de albañilería confinada de dos pisos ubicada en la Mz. 31 Lt. 12, cuyas dimensiones, similar al caso anterior, son de 5m de frente x 30 m de fondo, por lo tanto, existe una relación entre las dimensiones del edificio mayor a 3, lo que indica que se obtuvo un $\beta_1 < 0.4$ ($\beta_1 = a/L = 5/30 = 0.17$). Esta edificación obtuvo un calificativo D.

La Figura 151 muestra una edificación de albañilería confinada de dos pisos ubicada en la Mz. 19 Lt. 16, la cual presenta irregularidad de sistemas no paralelos representado en el ángulo agudo formado por sus muros, además de irregularidad de áreas en elevación del segundo piso respecto al primero. Asimismo, presenta esquinas entrantes. Esta edificación obtuvo un calificativo D.

La Figura 152 muestra una edificación de albañilería confinada de cuatro pisos ubicada en la Mz. 3 Lt. 9, cuyas dimensiones, similar a los primeros casos, son de 5m de frente x 30 m de

fondo, por lo tanto, existe una relación entre las dimensiones del edificio mayor a 3, lo que indica que se obtuvo un $\beta_1 < 0.4$ ($\beta_1 = a/L = 5/30 = 0.17$). Esta edificación obtuvo un calificativo D.

Figura 149

Edificación de tres pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 5 Lt. 14, cuyas dimensiones son de 5m de frente x 30 m de fondo, por lo tanto, existe una relación entre las dimensiones del edificio mayor a 4, lo que indica que se obtuvo un $\beta_1 < 0.4$ ($\beta_1 = a/L = 5/30 = 0.17$).



Figura 150

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 31 Lt. 12, cuyas dimensiones, similar al caso anterior, son de 5m de frente x 30 m de fondo, por lo tanto, existe una relación entre las dimensiones del edificio mayor a 3, lo que indica que se obtuvo un $\beta_1 < 0.4$ ($\beta_1 = a/L = 5/30 = 0.17$).



Figura 151

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 19 Lt. 16, la cual presenta irregularidad de sistemas no paralelos representado en el ángulo agudo formado por sus muros, además de irregularidad de áreas en elevación del segundo piso respecto al primero. Asimismo, presenta esquinas entrantes.



Figura 152

Edificación de cuatro pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 3 Lt. 9, cuyas dimensiones, similar a los primeros casos, son de 5m de frente x 30 m de fondo, por lo tanto, existe una relación entre las dimensiones del edificio mayor a 3, lo que indica que se obtuvo un $\beta_1 < 0.4$ ($\beta_1 = a/L = 5/30 = 0.17$).



4.1.2.1.7. PARÁMETRO N° 7: CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

Para la evaluación de este parámetro se realizó de acuerdo con las condiciones de configuración en elevación, los problemas que se analizaron en este parámetro fueron de piso blando, el cual se produce cuando hay un cambio brusco de rigidez entre pisos consecutivos, la irregularidad en el sistema resistente que se ve reflejada en la discontinuidad de los elementos que lo conforman y el aumento o reducción de áreas. En la mayoría de las edificaciones se observó que no presentan irregularidad en altura, ya que, no poseen variación de masas, por lo que se les asigno la clase "A"

La Tabla 54 muestra los resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 7 presentando la cantidad y porcentaje de las viviendas en estudio por número de pisos, a la cual se le asocia un grado de vulnerabilidad de calificación dada por A, B, C, y D, donde A es nada vulnerable y D muy vulnerable, además en la Figura 153 se muestra una representación gráfica mediante un diagrama de barras. y en la Figura 154 se muestran dichos resultados de manera porcentual.

Tabla 54

Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 7 según el número de pisos.

| CLASE | 1 PISO | | 2 PISOS | | 3 PISOS | | 4 PISOS | |
|--------------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | N° LOTES | % |
| A | 433 | 99.08% | 88 | 33.72% | 8 | 21.62% | 1 | 20.00% |
| B | 3 | 0.69% | 67 | 25.67% | 6 | 16.22% | 0 | 0.00% |
| C | 1 | 0.23% | 64 | 24.52% | 14 | 37.84% | 2 | 40.00% |
| D | 0 | 0.00% | 42 | 16.09% | 9 | 24.32% | 2 | 40.00% |
| TOTAL | 437 | 100% | 261 | 100% | 37 | 100% | 5 | 100% |

Figura 153

Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 7.

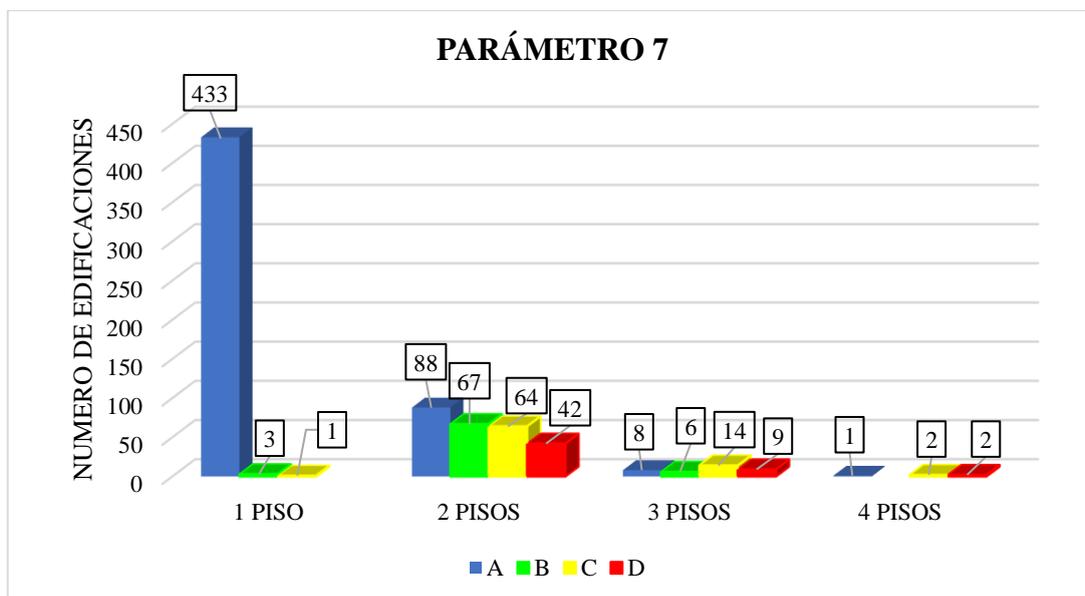
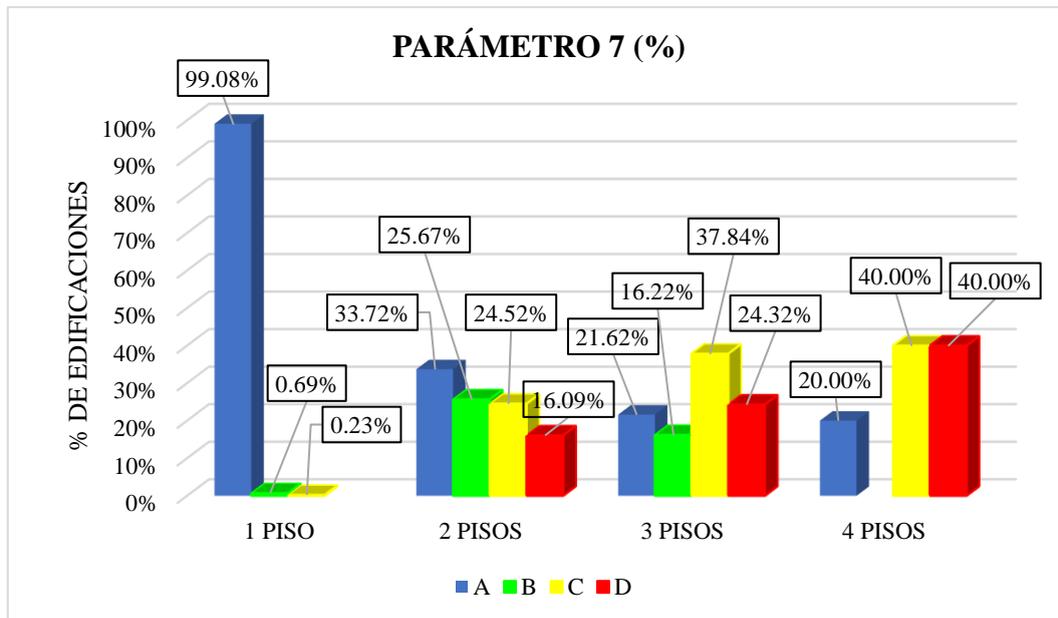


Figura 154

Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 7.



El 99.08% de las edificaciones de un piso fueron asignadas con el calificativo A, lo que indica que se obtuvo una configuración en elevación sin irregularidades en altura de acuerdo con NTP E.030, como son discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil), asimismo presentando variación de áreas de $+\Delta A/A \leq 10\%$.

El 33.72% de las edificaciones de dos pisos fueron asignadas con el calificativo A, lo que indica que se obtuvo una configuración en elevación sin irregularidades en altura de acuerdo con NTP E.030, como son discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil), asimismo presentando variación de áreas de $+\Delta A/A \leq 10\%$.

El 37.84% de las edificaciones de tres pisos fueron asignadas con el calificativo C, lo que indica que la configuración en elevación posee dos tipos de irregularidad de acuerdo con NTP E.030 y/o asimismo presentando variación de áreas de $20\% \leq +\Delta A/A \leq 50\%$.

El 40% de las edificaciones de cuatro pisos fueron asignadas con el calificativo C y D, lo que indica que la configuración en elevación posee dos o todos los tipos de irregularidad de acuerdo con NTP E.030 y/o asimismo presentando variación de áreas de $20\% \leq +\Delta A/A \leq 50\%$.

La Figura 155 muestra una edificación de albañilería confinada de dos pisos ubicada en la Mz. 10 Lt. 8, que presenta irregularidad de masa o peso con variación del área del segundo piso respecto al primero ($+\Delta A/A = 22\%$), por lo que $20\% \leq +\Delta A/A \leq 50\%$; existiendo a su vez discontinuidad de elementos estructurales verticales. Esta edificación obtuvo un calificativo C.

La Figura 156 muestra una edificación de albañilería confinada de tres pisos más azotea ubicada en la Mz. 3 Lt. 3, que no presenta irregularidad en altura, ya que, no posee variación de masas. Esta edificación obtuvo un calificativo A.

La Figura 157 muestra una edificación de albañilería confinada de tres pisos ubicada en la Mz. 4 Lt. 1, que presenta irregularidad de masa o peso con variación del área del segundo piso respecto al primero ($+\Delta A/A = 12\%$), por lo que $10\% \leq +\Delta A/A \leq 20\%$; asimismo los muros del segundo y tercer piso no están confinados por columnas, al igual que los alfeizar de ventanas. Esta edificación obtuvo un calificativo C.

La Figura 158 muestra una edificación de albañilería confinada de tres pisos ubicada en la Mz. 26 Lt. 7A, que presenta discontinuidad en los sistemas resistentes representada en las columnas del segundo al tercer piso, además se muestra el error constructivo representado por la ubicación de la columna en el tercer nivel sobre el muro del segundo nivel. Esta edificación obtuvo un calificativo D.

Figura 155

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 10 Lt. 8, que presenta irregularidad de masa o peso con variación del área del segundo piso respecto al primero ($+\Delta A/A = 22\%$), por lo que $20\% \leq +\Delta A/A \leq 50\%$; existiendo a su vez discontinuidad de elementos estructurales verticales.



Figura 156

Edificación de tres pisos más azotea de albañilería confinada ubicada en la Mz. 3 Lt. 3, que no presenta irregularidad en altura, ya que, no posee variación de masas.



Figura 157

Edificación de tres pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 4 Lt. 1, que presenta irregularidad de masa o peso con variación del área del segundo piso respecto al primero ($+\Delta A/A = 12\%$), por lo que $10\% \leq +\Delta A/A \leq 20\%$; asimismo los muros del segundo y tercer piso no están confinados por columnas, al igual que los alfeizar de ventanas.



Figura 158

Edificación de tres pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 26 Lt. 7A, que presenta discontinuidad en los sistemas resistentes representada en las columnas del segundo al tercer piso, además se muestra el error constructivo representado por la ubicación de la columna en el tercer nivel sobre el muro del segundo nivel.



4.1.2.1.8. PARÁMETRO N° 8: SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS

Para la evaluación de este parámetro se realizó de acuerdo la distancia máxima entre muros transversales, ya que espaciamientos excesivos entre sus muros de una u otra manera alteran la vulnerabilidad sísmica del edificio; este es un típico efecto de las ampliaciones y remodelaciones arquitectónicas que se realizan en las construcciones existentes.

La Tabla 55 muestra los resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 8 presentando la cantidad y porcentaje de las viviendas en estudio por número de pisos, a la cual se le asocia un grado de vulnerabilidad de calificación dada por A, B, C, y D, donde A es nada vulnerable y D muy vulnerable, además en la Figura 159 se muestra una representación gráfica mediante un diagrama de barras. y en la Figura 160 se muestran dichos resultados de manera porcentual.

El 39.59% de las edificaciones de un piso fueron asignadas con el calificativo C, lo que indica una separación de muros inadecuada con una relación entre $18 \leq L/S < 25$.

El 45.21% de las edificaciones de dos pisos fueron asignadas con el calificativo B, lo que indica una separación de muros con una relación entre $15 \leq L/S < 18$.

Tabla 55

Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 8 según el número de pisos.

| CLASE | 1 PISO | | 2 PISOS | | 3 PISOS | | 4 PISOS | |
|--------------|------------|-------------|------------|-------------|-----------|-------------|----------|-------------|
| | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % |
| A | 49 | 11.21% | 69 | 26.44% | 10 | 27.03% | 1 | 20.00% |
| B | 172 | 39.36% | 118 | 45.21% | 19 | 51.35% | 3 | 60.00% |
| C | 173 | 39.59% | 50 | 19.16% | 6 | 16.22% | 1 | 20.00% |
| D | 43 | 9.84% | 24 | 9.20% | 2 | 5.41% | 0 | 0.00% |
| TOTAL | 437 | 100% | 261 | 100% | 37 | 100% | 5 | 100% |

Figura 159

Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 8.

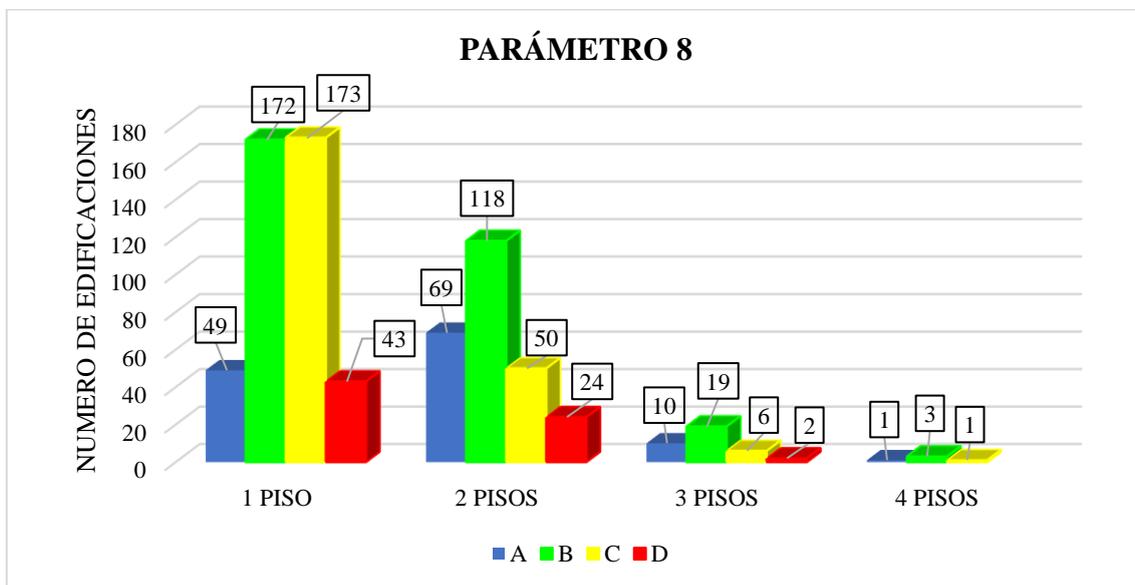
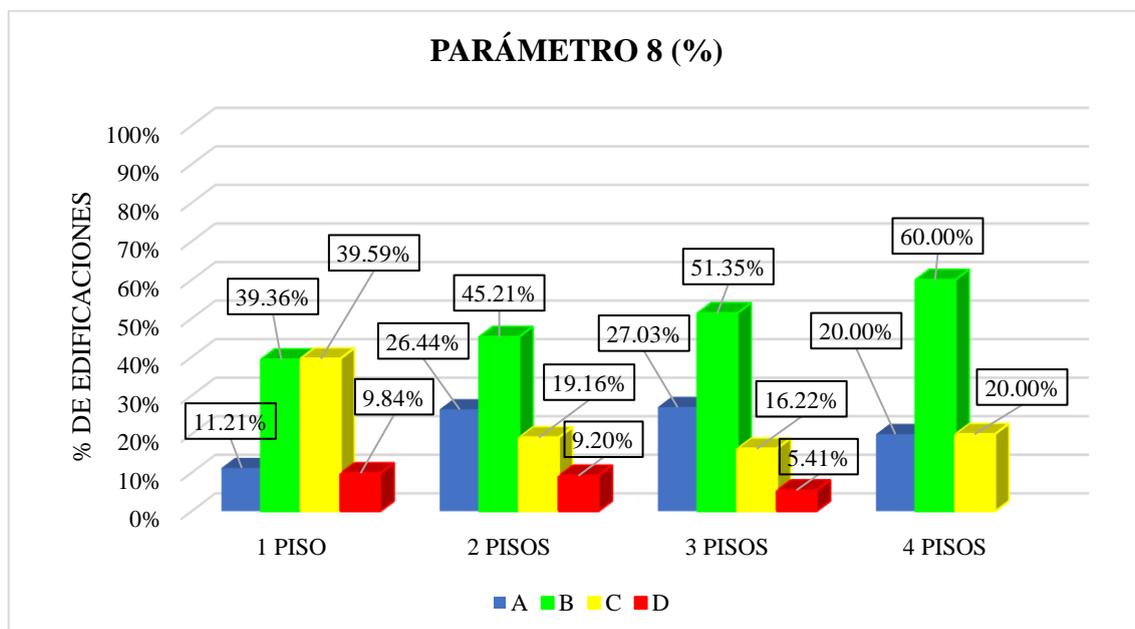


Figura 160

Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 8.



El 51.35% de las edificaciones de tres pisos fueron asignadas con el calificativo B, lo que indica una separación de muros con una relación entre $15 \leq L/S < 18$.

El 60% de las edificaciones de cuatro pisos fueron asignadas con el calificativo B, lo que indica una separación de muros con una relación entre $15 \leq L/S < 18$.

La Figura 161 muestra una edificación de albañilería confinada de dos pisos ubicada en la Mz. 20 Lt. 23, en la cual se aprecia la separación de muros de $L = 3.50$ m, y el espesor del muro $S=0.13$ m, teniendo $L/S=26.92$. Por lo que $L/S \geq 25$, entonces para este parámetro le corresponde la calificación D.

La Figura 162 muestra una edificación de albañilería confinada de dos pisos ubicada en la Mz. 29A Lt. 9, en la cual se aprecia la separación de muros de $L = 3.00$ m, y el espesor del muro $S=0.13$ m, teniendo $L/S=23.07$. Por lo que $18 \leq L/S < 25$, entonces para este parámetro le corresponde la calificación C.

La Figura 163 muestra una edificación de albañilería confinada de dos pisos ubicada en la Mz. 11 Lt. 1, en la cual se aprecia la separación de muros (de izquierda a derecha) de $L = 5.00$ m, y el espesor del muro $S=0.15$ m, teniendo $L/S=33.33$. Por lo que $L/S \geq 25$, entonces para este parámetro le corresponde la calificación D.

La Figura 164 muestra una edificación de albañilería confinada de dos pisos ubicada en la Mz. 3 Lt. 16, en la cual se aprecia la baja densidad de muros en el eje X en el segundo nivel. Se le asignó calificación D.

Figura 161

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 20 Lt. 23, en la cual se aprecia la separación de muros de $L = 3.50$ m, y el espesor del muro $S=0.13$ m, teniendo $L/S=26.92$. Por lo que $L/S \geq 25$.



Figura 162

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 29A Lt. 9, en la cual se aprecia la separación de muros de $L = 3.00\text{m}$, y el espesor del muro $S=0.13\text{m}$, teniendo $L/S=23.07$. Por lo que $18 \leq L/S < 25$.



Figura 163

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 11 Lt. 1, en la cual se aprecia la separación de muros (de izquierda a derecha) de $L = 5.00\text{ m}$, y el espesor del muro $S=0.15\text{m}$, teniendo $L/S=33.33$. Por lo que $L/S \geq 25$.

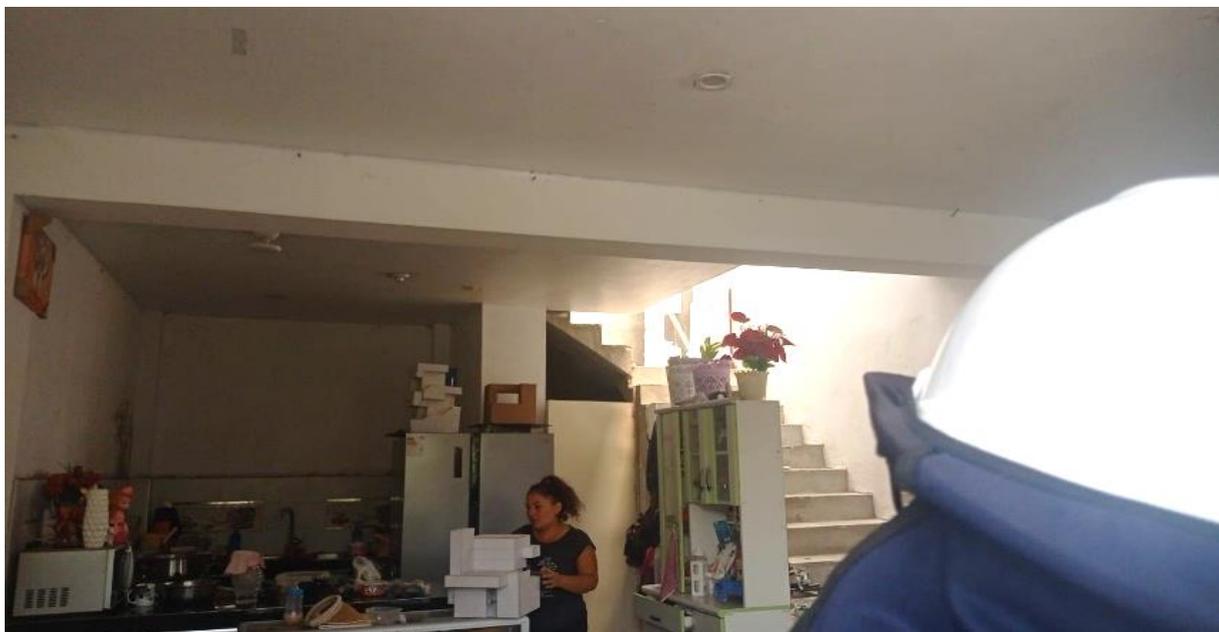


Figura 164

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 3 Lt. 16, en la cual se aprecia la baja densidad de muros en el eje X en el segundo nivel.



4.1.2.1.9. PARÁMETRO N° 9: TIPO DE CUBIERTA

En este parámetro se calificaron los diferentes tipos de cubierta encontrados según la capacidad que tengan para resistir la fuerza sísmica. Cuando éstas cubiertas no son lo suficientemente estables ante acciones sísmicas, fallarán, y los muros sobre los que se apoya actuarán en voladizo, siendo vulnerables ante acciones perpendiculares a su plano. En el caso de los edificios de mampostería la influencia del tipo de cubierta en el comportamiento sísmico de un edificio es muy importante. Factores como su tipología y peso determinaron dicho comportamiento. La evaluación de parámetro se realizó utilizando el campo correspondiente a la edad de los edificios y el material utilizado en la construcción de la cubierta. Cuando la cubierta está compuesta por una losa aligerada, según sus características se calificaron con "A", ya que el vaciado de esta es monolítico con las vigas.

La mayoría de las edificaciones de existentes en la zona de estudio presentaron cubiertas inestables de material liviano en malas condiciones, pues la falta de una longitud de apoyo adecuado de los elementos principales de la cubierta facilitó que se presente la pérdida del apoyo y el consecuente colapso de la estructura por los desplazamientos inducidos en los muros portantes.

La Tabla 56 muestra los resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 9 presentando la cantidad y porcentaje de las viviendas en estudio por número de pisos, a la cual se le asocia un grado de vulnerabilidad de calificación dada por A, B, C, y D, donde A es nada vulnerable y D muy vulnerable, además en la Figura 165 se muestra una representación gráfica mediante un diagrama de barras. y en la Figura 166 se muestran dichos resultados de manera porcentual.

Tabla 56

Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 9 según el número de pisos.

| CLASE | 1 PISO | | 2 PISOS | | 3 PISOS | | 4 PISOS | |
|--------------|------------|-------------|------------|-------------|-----------|-------------|----------|-------------|
| | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % |
| A | 44 | 10.07% | 70 | 26.82% | 3 | 8.11% | 0 | 0.00% |
| B | 157 | 35.93% | 102 | 39.08% | 12 | 32.43% | 2 | 40.00% |
| C | 120 | 27.46% | 44 | 16.86% | 14 | 37.84% | 2 | 40.00% |
| D | 116 | 26.54% | 45 | 17.24% | 8 | 21.62% | 1 | 20.00% |
| TOTAL | 437 | 100% | 261 | 100% | 37 | 100% | 5 | 100% |

Figura 165

Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 9.

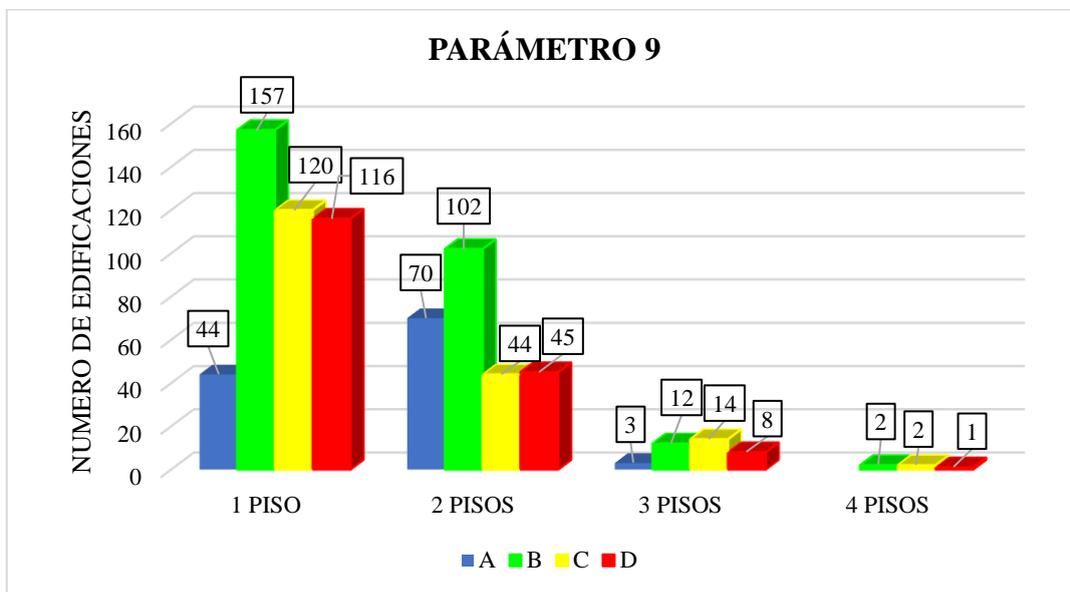
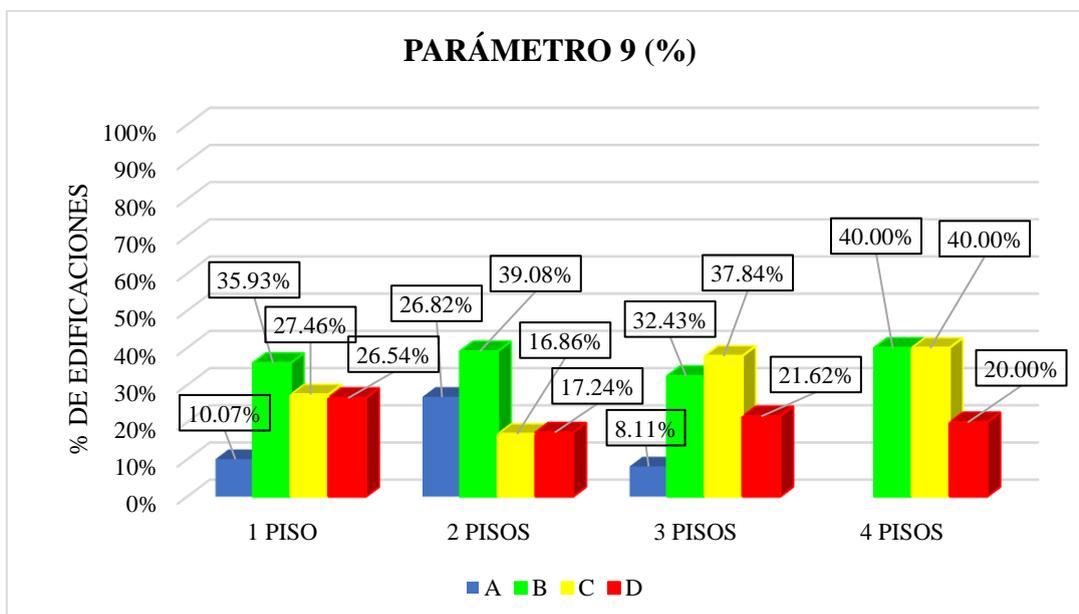


Figura 166

Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 9.



El 35.93 % de las edificaciones de un piso fueron asignadas con el calificativo B, lo que indica cubiertas livianas de fibrocemento o Eternit en condiciones regulares, pero sin la estabilidad y la correcta fijación a la estructura que garanticen no fallar durante un evento sísmico.

El 39.08% de las edificaciones de dos pisos fueron asignadas con el calificativo B, lo que indica cubiertas livianas de fibrocemento o Eternit, pero sin la estabilidad y la correcta fijación a la estructura que garanticen no fallar durante un evento sísmico.

El 37.84% de las edificaciones de tres pisos fueron asignadas con el calificativo C, lo que indica cubierta inestable, deficiente conexión cubierta-muro, de material liviano y en malas condiciones.

El 40% de las edificaciones de cuatro pisos fueron asignadas entre el calificativo B y C, lo que indica cubiertas livianas de fibrocemento o Eternit en condiciones regulares, pero sin la estabilidad y la correcta fijación a la estructura que garanticen no fallar durante un evento sísmico.

La Figura 167 muestra una edificación de albañilería confinada de dos pisos ubicada en la Mz. 11 Lt. 7A, presenta una cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma inestable y sin fijación adecuada a la estructura en el segundo nivel, por lo que obtuvo un calificativo D. La Figura 168 muestra una edificación de albañilería confinada de dos pisos ubicada en la Mz. 8 Lt. 5, similar a la vivienda anterior también presenta una cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma inestable y sin fijación adecuada a la estructura en el segundo nivel, por lo que obtuvo un calificativo D.

Figura 167

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 11 Lt. 7A, con una cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura en el segundo nivel.



Figura 168

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 8 Lt. 5, similar a la vivienda anterior también presenta una cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma inestable y sin fijación adecuada a la estructura en el segundo nivel.



La Figura 169 muestra una edificación de albañilería confinada de dos pisos ubicada en la Mz. 3 Lt. 16, presenta una cubierta liviana de fibrocemento conectada de forma deficiente a la estructura en el segundo nivel, por lo que obtuvo un calificativo D.

Figura 169

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 3 Lt. 16, presenta una cubierta liviana de fibrocemento conectada de forma deficiente a la estructura en el segundo nivel.



Asimismo, la Figura 170 muestra una edificación de albañilería confinada de cuatro pisos ubicada en la Mz. 12 Lt. 4 que obtuvo un calificativo C, debido a que su cubierta está anclada de manera deficiente a los parapetos del último nivel de la edificación.

Figura 170

Edificación de cuatro pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 12 Lt. 4, se observa que su cubierta está anclada de manera deficiente a los parapetos del último nivel de la edificación.



4.1.2.1.10. PARÁMETRO N° 10: ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Este parámetro consideró elementos que no tienen función estructural y cuyo desplome en el caso de un sismo representan un peligro. Se tuvo en cuenta el efecto de los elementos que no formaron parte del esquema estructural resistente, tales como cornisas, parapetos, balcones o cualquier elemento que sobresalga de la estructura y cuya caída pueda provocar víctimas.

La Tabla 57 muestra los resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 10 presentando la cantidad y porcentaje de las viviendas en estudio por número de pisos, a la cual se le asocia un grado de vulnerabilidad de calificación dada por A, B, C, y D, donde A es nada vulnerable y D muy vulnerable, además en la Figura 171 se muestra una representación gráfica mediante un diagrama de barras. y en la Figura 172 se muestran dichos resultados de manera porcentual.

Tabla 57

Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 10 según el número de pisos.

| CLASE | 1 PISO | | 2 PISOS | | 3 PISOS | | 4 PISOS | |
|--------------|------------|-------------|------------|-------------|-----------|-------------|----------|-------------|
| | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % |
| A | 426 | 97.48% | 13 | 4.98% | 2 | 5.41% | 0 | 0.00% |
| B | 5 | 1.14% | 113 | 43.30% | 14 | 37.84% | 0 | 0.00% |
| C | 5 | 1.14% | 75 | 28.74% | 12 | 32.43% | 3 | 60.00% |
| D | 1 | 0.23% | 60 | 22.99% | 9 | 24.32% | 2 | 40.00% |
| TOTAL | 437 | 100% | 261 | 100% | 37 | 100% | 5 | 100% |

Figura 171

Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 10.

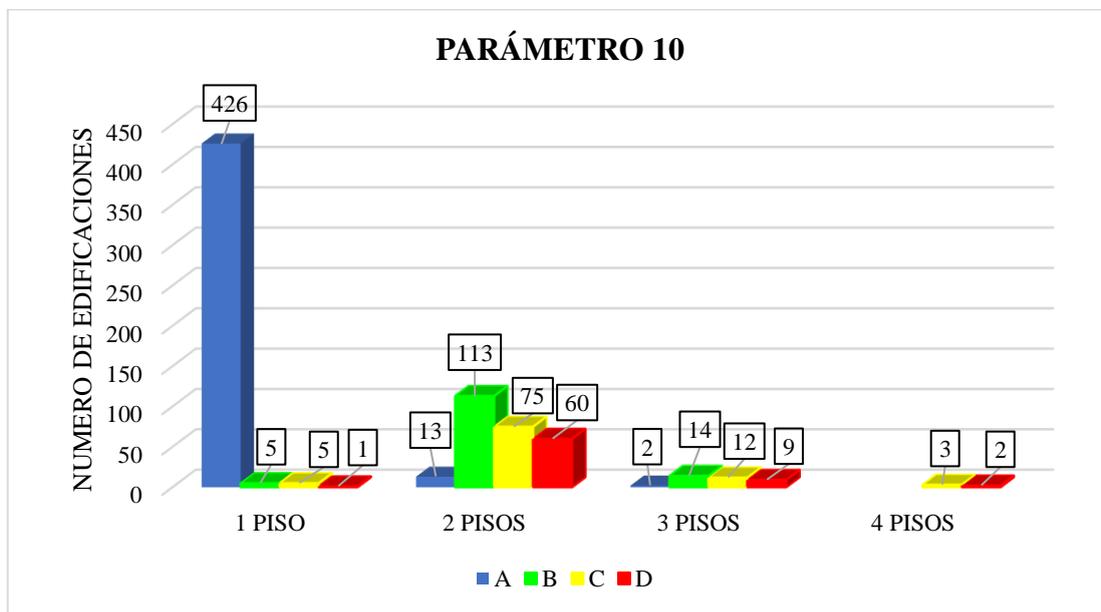
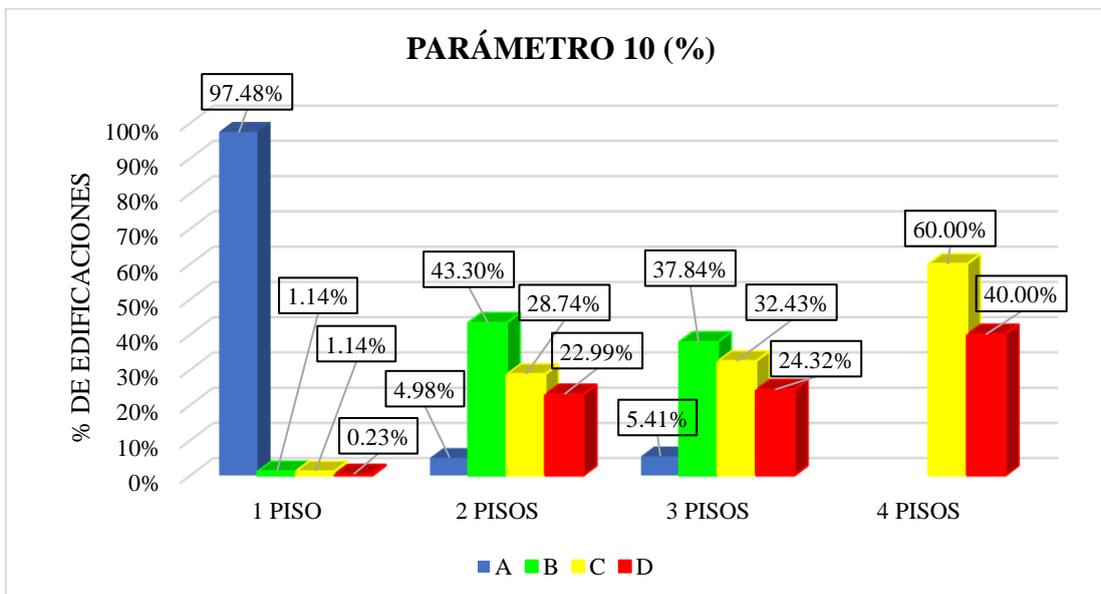


Figura 172

Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 10.



El 97.48% de las edificaciones de un piso fueron asignadas con el calificativo A, lo que indica que estas edificaciones en su mayoría no tienen elementos no estructurales que podrían desprenderse y generar daño.

El 43.30% de las edificaciones de dos pisos fueron asignadas con el calificativo B, lo que indica que estas edificaciones tienen elementos no estructurales que podrían desprenderse y generar daño, ya que presentan algunos problemas de parapetos, balcones, cornisas conectadas de forma regular o deficiente al sistema resistente, y en algunos casos este problema se agrava por la presencia de tanques elevados mal conectados y posicionados al sistema resistente.

El 37.84% de las edificaciones de tres pisos fueron asignadas con el calificativo B, lo que indica que estas edificaciones tienen elementos no estructurales que podrían desprenderse y generar daño, ya que presentan algunos problemas de parapetos, balcones, cornisas conectadas de forma regular o deficiente al sistema resistente, y en algunos casos este problema se agrava por la presencia de tanques elevados mal conectados y posicionados al sistema resistente.

El 60% de las edificaciones de cuatro pisos fueron asignadas con el calificativo C, lo que indica lo que indica que estas edificaciones tienen elementos no estructurales que podrían desprenderse y generar daño, presentando parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto, existiendo asimismo tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura.

La Figura 173 muestra una edificación de albañilería confinada de tres pisos ubicada en la Mz. 11 Lt. 8, con un correcto apoyo hacia la estructura por parte del tanque elevado de agua. Esta vivienda obtuvo un calificativo A.

La Figura 174 muestra una edificación de albañilería confinada de dos pisos ubicada en la Mz. 11 Lt. 19, donde el tanque elevado de agua conectado al sistema resistente sobre un apoyo menos estable que la vivienda anterior. Esta vivienda obtuvo un calificativo C.

La Figura 175 muestra una edificación de albañilería confinada de tres niveles ubicada en la Mz. 5 Lt. 3, con aleros o voladizos de considerable peso y mal conectados al sistema resistentes, que podría desprenderse con facilidad de la estructura durante un sismo, obtuvo un calificativo D.

Asimismo, la Figura 176 muestra una edificación de albañilería confinada de dos pisos con azotea ubicada en la Mz 14 Lt. 11, con muros en construcción de considerables dimensiones, que de igual forma que la vivienda anterior, también podría desprenderse con facilidad de la estructura durante un sismo debido a que no se encuentran confinados al sistema resistente, por lo que obtuvo un calificativo D.

Figura 173

Edificación de tres pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 11 Lt. 8, con un correcto apoyo hacia la estructura por parte del tanque elevado de agua.



Figura 174

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 11 Lt. 19, donde el tanque elevado de agua conectado al sistema resistente sobre un apoyo menos estable que la vivienda anterior.



Figura 175

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 5 Lt. 3, con aleros o voladizos de considerable peso y mal conectados al sistema resistentes, que podría desprenderse con facilidad de la estructura durante un sismo.



Figura 176

Edificación de dos pisos más azotea de albañilería confinada ubicada en la Mz. 14 Lt. 11, con muros en construcción de considerables dimensiones, que de igual forma que la vivienda anterior, también podría desprenderse con facilidad de la estructura durante un sismo debido a que no se encuentran confinados al sistema resistente



4.1.2.1.11. PARÁMETRO N° 11: ESTADO DE CONSERVACIÓN

Para la evaluación de este parámetro se evaluaron las viviendas de acuerdo con el estado de conservación de los materiales en conjunto, la antigüedad juega un papel muy importante en el estado de conservación, ya que con el pasar del tiempo se produce el deterioro de las propiedades mecánicas de los materiales, haciendo que en caso de un sismo la capacidad de soportar fuerzas externas sea mínima, así como también la existencia de fisuras o grietas.

La Tabla 58 muestra los resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 11 presentando la cantidad y porcentaje de las viviendas en estudio por número de pisos, a la cual se le asocia un grado de vulnerabilidad de calificación dada por A, B, C, y D, donde A es nada vulnerable y D muy vulnerable, además en la Figura 177 una representación gráfica mediante un diagrama de barras. y en la Figura 178 se muestran dichos resultados de manera porcentual.

Tabla 58

Resultados obtenidos de la evaluación del parámetro 11 según el número de pisos.

| CLASE | 1 PISO | | 2 PISOS | | 3 PISOS | | 4 PISOS | |
|--------------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | N° LOTES | % |
| A | 81 | 18.54% | 133 | 50.96% | 25 | 67.57% | 3 | 60.00% |
| B | 159 | 36.38% | 93 | 35.63% | 11 | 29.73% | 2 | 40.00% |
| C | 114 | 26.09% | 30 | 11.49% | 1 | 2.70% | 0 | 0.00% |
| D | 83 | 18.99% | 5 | 1.92% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| TOTAL | 437 | 100% | 261 | 100% | 37 | 100% | 5 | 100% |

Figura 177

Diagrama de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 11.

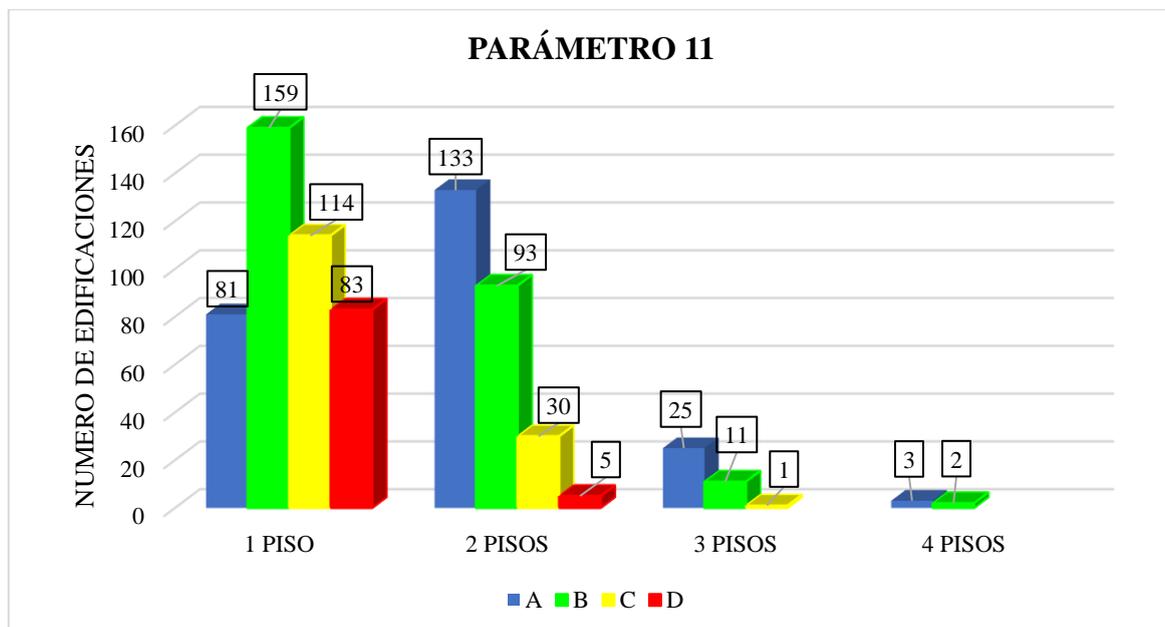
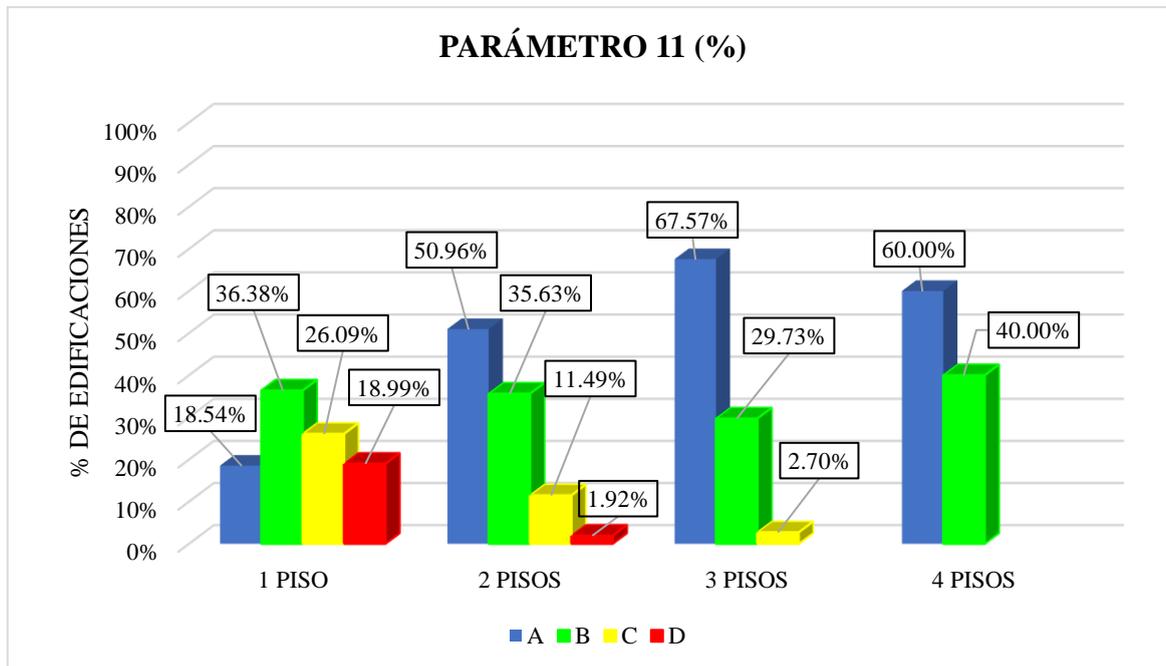


Figura 178

Diagrama porcentual de barras de los resultados del análisis y evaluación del parámetro 11.



El 36.38% de las edificaciones de un piso fueron asignadas con el calificativo B, estas edificaciones debido a su antigüedad, presentan fisuras, además de componentes estructurales deteriorados.

El 50.96% de las edificaciones de dos pisos fueron asignadas con el calificativo A, lo que indica que no presentan fisuras visibles, y sus muros se encuentran en buenas condiciones.

El 67.57% de las edificaciones de tres pisos fueron asignadas con el calificativo A, lo que indica edificaciones con buen estado de conservación.

El 60 % de las edificaciones de cuatro pisos fueron asignadas con el calificativo A, lo que indica edificaciones con buen estado de conservación.

La Figura 179 muestra una edificación de albañilería confinada, de un piso ubicada en la Mz. 17 Lt. 9, con presencia de eflorescencia de sales, fisuras, un fuerte deterioro en sus componentes de sus muros, evaluada con la calificación D.

La Figura 180 muestra una edificación de albañilería confinada de dos niveles ubicada en la Mz. 17 Lt. 2, obtuvo un calificativo A, por el buen estado de conservación en el que se encuentra.

La Figura 181 muestra una edificación de albañilería confinada de un piso ubicada en la Mz. 17 Lt. 11, en la cual se evidencia cangrejeras en las columnas lo que ha ocasionado que sus aceros de refuerzo se encuentren corroídos, además presenta un fuerte deterioro en sus componentes de sus muros, por lo que fue evaluada con la calificación D.

La Figura 182 muestra una edificación de albañilería confinada de un piso ubicada en la Mz. 10 Lt. 3, la cual se encuentra en mal estado de conservación, debido a que presenta fisuras y un fuerte deterioro en sus componentes de sus muros, por lo que fue evaluada con la calificación D.

Figura 179

Edificación de un piso de albañilería confinada ubicada en la Mz. 17 Lt. 9, con presencia de eflorescencia de sales, fisuras, un fuerte deterioro en sus componentes de sus muros.



Figura 180

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicada en la Mz. 17 Lt. 2, obtuvo un calificativo A, por el buen estado de conservación en el que se encuentra.



Figura 181

Edificación de un piso de albañilería confinada ubicada en la Mz. 17 Lt. 11, en la cual se evidencia cangrejeras en las columnas lo que ha ocasionado que sus aceros de refuerzo se encuentren corroídos, además presenta un fuerte deterioro en sus componentes de sus muros.



Figura 182

Edificación de un piso de albañilería confinada ubicada en la Mz. 10 Lt. 3, la cual se encuentra en mal estado de conservación, debido a que presenta fisuras y un fuerte deterioro en sus componentes de sus muros.



4.1.2.2. RESULTADOS DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Después de haber evaluado el índice de vulnerabilidad (I_v) para cada edificación, el cual varía entre los valores de 0 a 382.5 para albañilería según la metodología propuesta, se normalizó el Índice de Vulnerabilidad (I_{vn}), en un rango de 0 a 100, para ello se utilizó la Ecuación 13 vista en el Capítulo II - Marco Teórico.

Luego de encontrar el índice de vulnerabilidad normalizado que está en un rango de 0 a 100, se clasificaron en los siguientes niveles de vulnerabilidad, de acuerdo con la Tabla 9 vista en el Capítulo II - Marco Teórico.

Los rangos de vulnerabilidad se tomaron como referencia de Quispe (2004). En este estudio se evaluaron 740 edificaciones. Los resultados obtenidos del nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones según el número de pisos se muestran en la Tabla 59 además en la Figura 183 una representación gráfica mediante un diagrama de barras. y en la Figura 184 se muestran dichos resultados de manera porcentual.

Tabla 59

Resultados obtenidos de la evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica según el número de pisos.

| NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA | 1 PISO | | 2 PISOS | | 3 PISOS | | 4 PISOS | |
|---------------------------------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | Nº LOTES | % |
| BAJA | 100 | 22.88% | 85 | 32.57% | 7 | 18.92% | 0 | 0.00% |
| MEDIA | 185 | 42.33% | 117 | 44.83% | 22 | 59.46% | 3 | 60.00% |
| ALTA | 152 | 34.78% | 59 | 22.61% | 8 | 21.62% | 2 | 40.00% |
| TOTAL | 437 | 100% | 261 | 100% | 37 | 100% | 5 | 100% |

La mayor parte de edificaciones de un piso se evaluaron dentro del nivel de vulnerabilidad media con un 42.33%, un 34.78% dentro del nivel de vulnerabilidad alta y finalmente un 22.88% dentro del nivel de vulnerabilidad baja. Por lo tanto, se aprecia que la mayoría de las edificaciones de un piso presentan una vulnerabilidad media con tendencia a alta, debido a su deficiente proceso constructivo y materiales artesanales de construcción empleados. Además, la mayoría de las edificaciones de un piso son antiguas, con lo cual se ha producido el deterioro de las propiedades de los materiales que lo constituyen.

La mayor parte de edificaciones de dos pisos se evaluaron dentro del nivel de vulnerabilidad media con un 44.83%, un 32.57% dentro del nivel de vulnerabilidad baja y finalmente un 22.61% dentro del nivel de vulnerabilidad alta. Por lo tanto, se aprecia que la mayoría de las edificaciones de dos pisos presentan una vulnerabilidad media, pero con tendencia a baja,

debido a que estas estructuras tienen menor antigüedad de construcción lo cual en su mayoría cumplen con los requisitos establecidos en el R.N.E vigente sin embargo, existen varias causas que disminuyen la calidad de estas estructuras como son: procedimientos constructivos deficientes, con materiales de baja calidad y sin supervisión técnica, variedad de elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.

Figura 183

Diagrama de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica según el número de pisos.

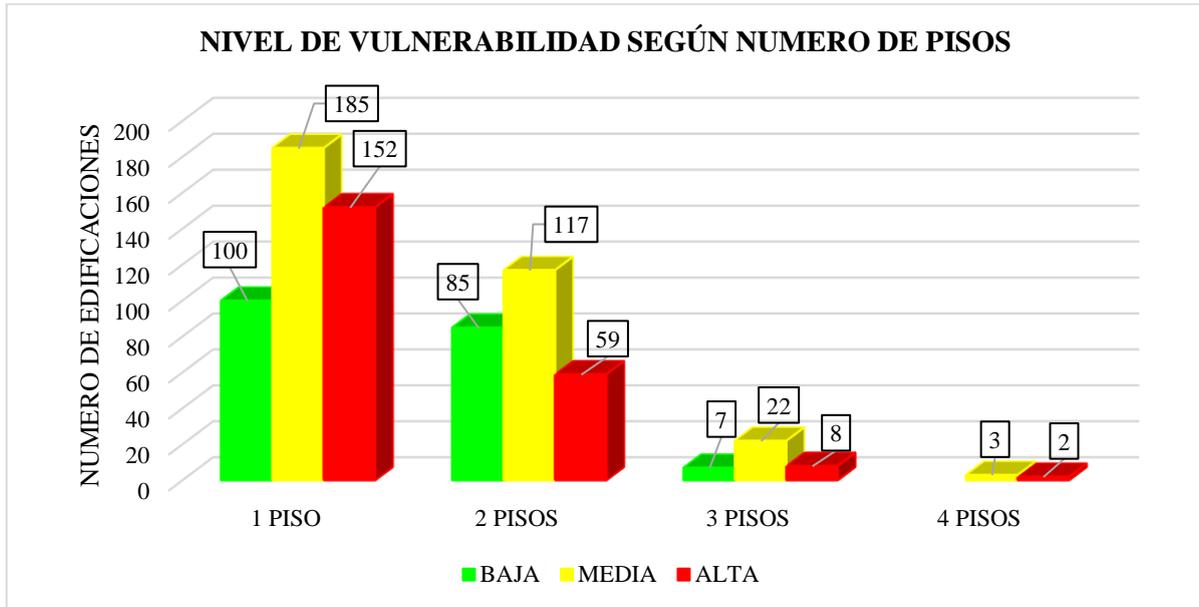
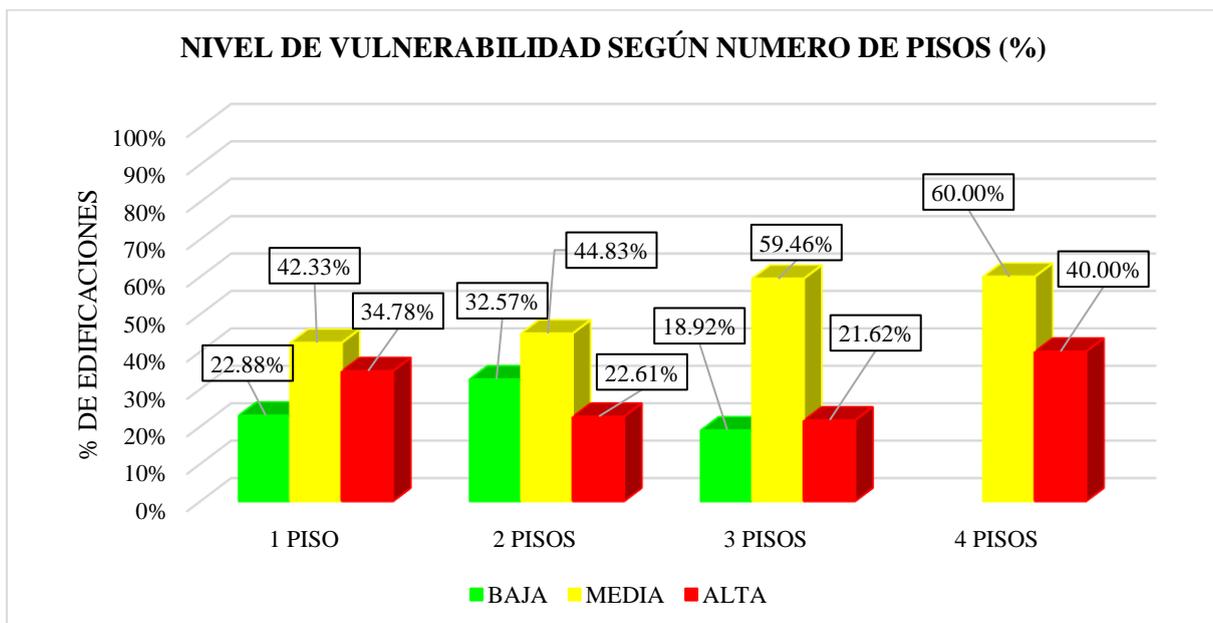


Figura 184

Diagrama porcentual de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica según el número de pisos.



La mayor parte de edificaciones de tres pisos se evaluaron dentro del nivel de vulnerabilidad media con un 59.46%, un 21.62% dentro del nivel de vulnerabilidad alta y finalmente un 18.92% dentro del nivel de vulnerabilidad baja. Por lo tanto, se aprecia que la mayoría de las edificaciones de dos pisos presentan una vulnerabilidad media, pero con menores tendencias a baja y alta, ya que similar al caso de las viviendas de dos pisos, estas estructuras son de reciente año de construcción lo cual en su mayoría cumplen con los requisitos establecidos en el R.N.E vigente sin embargo, existen varias causas que disminuyen la calidad de estas estructuras como son: procedimientos constructivos deficientes, con materiales de baja calidad y sin supervisión técnica, variedad de elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente, tabiques no confinados sobre volados construidos sin supervisión técnica sobre la vía pública.

Finalmente, de las pocas viviendas de cuatro pisos existentes en el área de estudios, se evaluaron dentro del nivel de vulnerabilidad media con un 60% y un 40% dentro del nivel de vulnerabilidad alta, debido a que la mayoría poseen irregularidades estructurales en elevación, uso indebido de ladrillo pandereta en muros portantes, excesivos volados construidos sobre la vía pública.

Asimismo; la Tabla 60 muestra los resultados generales obtenidos por nivel de vulnerabilidad para el total de edificaciones evaluadas.

Tabla 60

Resultados generales obtenidos por nivel de vulnerabilidad para el total de edificaciones evaluadas.

| NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA | N° EDIFICACIONES | % |
|--|-----------------------------|-------------|
| BAJA | 192 | 25.95% |
| MEDIA | 327 | 44.19% |
| ALTA | 221 | 29.86% |
| TOTAL | 740 | 100% |

De las 740 edificaciones evaluadas, 327 (44.19%) tienen una vulnerabilidad sísmica media. A su vez, 192 edificaciones (25.95%) presenta una vulnerabilidad sísmica baja y 221 edificaciones (29.86%) presenta una vulnerabilidad sísmica alta.

En la Figura 185 se aprecia mediante gráfico de barras el nivel de vulnerabilidad sísmica para el total de edificaciones evaluadas y en la Figura 186 se puede apreciar los porcentajes representados en un diagrama circular.

Figura 185

Nivel de vulnerabilidad sísmica para el total de edificaciones evaluadas en el área de estudio.

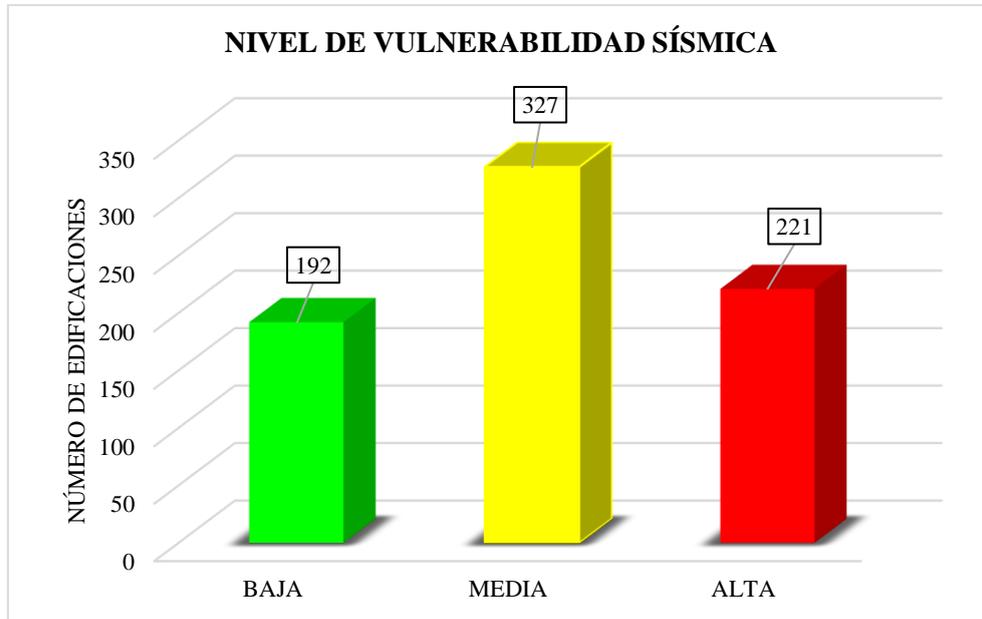
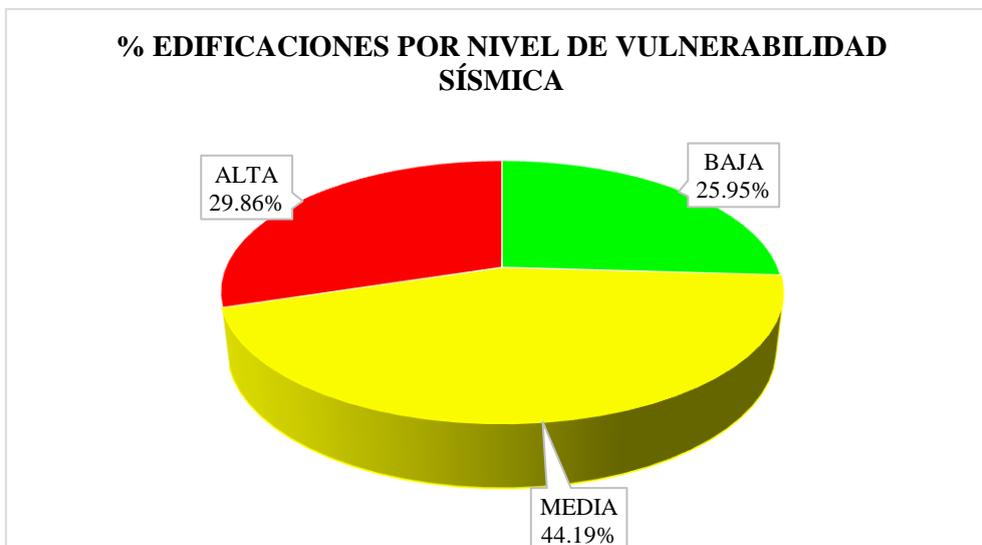


Figura 186

Porcentajes del nivel de vulnerabilidad sísmica para el total de edificaciones evaluadas en el área de estudio.



Adicionalmente, para una mejor representación gráfica de los resultados, se realizó un plano de vulnerabilidad sísmica a nivel de manzana y lotes, como se muestra en el Anexo 9. La preponderancia de la vulnerabilidad media de los edificios se representa con el color amarillo. Cabe aclarar que los espacios en blanco corresponden a lotes que no fueron analizados, ya que algunos representan lotes sin construir o parques, donde no se evaluó un nivel de vulnerabilidad debido a que no existen edificaciones.

4.1.2.3. RESULTADOS DE LA FORMULACIÓN DE LAS ECUACIONES DE LAS FUNCIONES DE VULNERABILIDAD

En la presente investigación, para determinar el riesgo sísmico caracterizado por el índice de daño fue necesario formular las funciones de vulnerabilidad que permitieron calcular dicho índice de daño (ID) a partir de los valores obtenidos de índice de vulnerabilidad normalizado (Ivn) de cada vivienda, por lo que en esta investigación se formularon las ecuaciones de funciones de vulnerabilidad para las construcciones existentes en el sector de estudio.

Las funciones de vulnerabilidad fueron formuladas tomando como referencia las ecuaciones de las curvas vulnerabilidad-daño para la ciudad de Ayacucho (Tabla 34), realizadas por Quispe (2004) descritas anteriormente en el Capítulo II, por lo que, en el presente trabajo, en dichas ecuaciones se reemplazaron las aceleraciones horizontales máximas del suelo determinadas en los resultados del estudio de amenaza sísmica (Capítulo IV) obtenidas para los suelos de perfil tipo S2 denominado suelo intermedio (Tabla 61) y S3 denominado suelo blando (Tabla 62) existentes en el P.J. San Juan, Chimbote. debido a los sismos influyentes en el diseño de viviendas para periodos de retorno relacionados con la vida útil de la estructura, tales como sismos tipo frecuente, ocasional, raro y muy raro.

Tabla 61

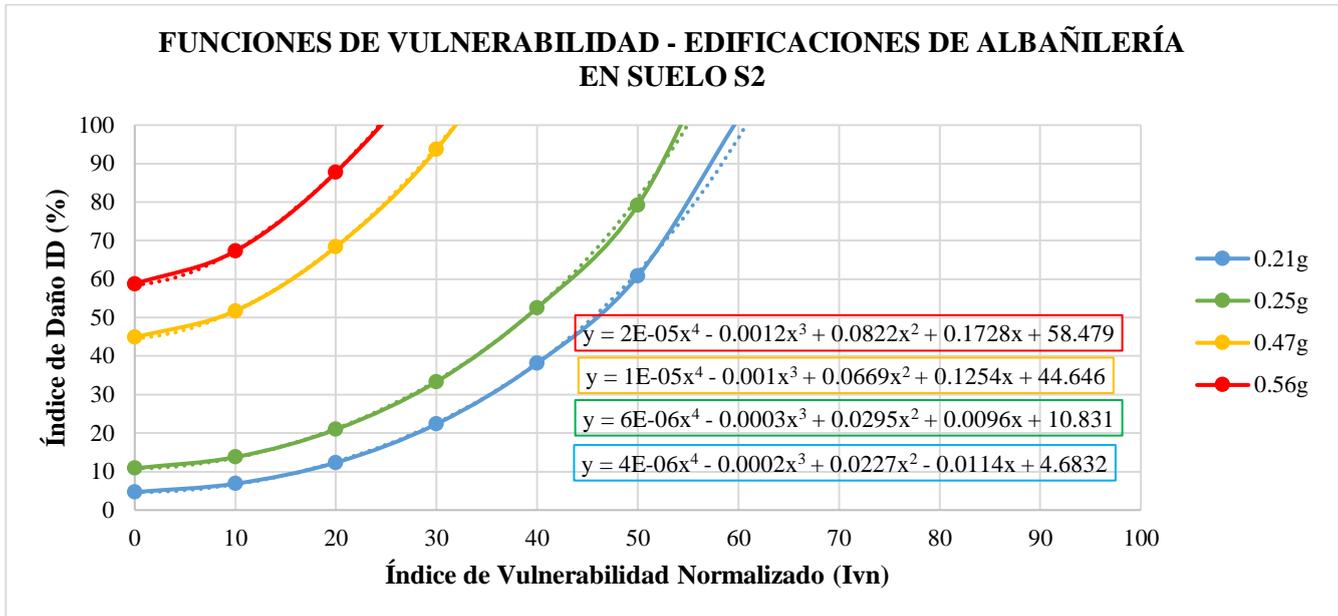
Elaboración de las funciones de vulnerabilidad para suelo S2.

| Índice de vulnerabilidad normalizado (Ivn) | Ecuaciones de las curvas de Índice de Daño para Albañilería Confinada | 0.21g (Sismo Frecuente) | 0.25g (Sismo Ocasional) | 0.47g (Sismo Raro) | 0.56g (Sismo Muy Raro) |
|--|---|-------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------|
| 100 | ID=2842(a/g)-141.36 | 455.46 | 569.14 | 1194.38 | 1450.16 |
| 90 | ID=2016.3(a/g)-100.62 | 322.80 | 403.45 | 847.04 | 1028.51 |
| 80 | ID=1373.3(a/g)-68.705 | 219.63 | 274.55 | 576.61 | 700.18 |
| 70 | ID=891.49(a/g)-44.89 | 142.32 | 177.98 | 374.11 | 454.34 |
| 60 | ID=739.79(a/g)-53.642 | 101.71 | 131.31 | 294.06 | 360.64 |
| 50 | ID=460.7(a/g)-35.961 | 60.79 | 79.21 | 180.58 | 222.03 |
| 40 | ID=360.93(a/g)-37.682 | 38.11 | 52.55 | 131.95 | 164.44 |
| 30 | ID=274.45(a/g)-35.272 | 22.36 | 33.34 | 93.72 | 118.42 |
| 20 | ID=215.51(a/g)-32.912 | 12.34 | 20.96 | 68.37 | 87.77 |
| 10 | ID=172.61(a/g)-29.393 | 6.85 | 13.75 | 51.73 | 67.27 |
| 0 | ID=154.46(a/g)-27.754 | 4.68 | 10.86 | 44.84 | 58.74 |

Nota. Esta tabla muestra los valores de índice de daños a partir del reemplazo de la aceleración máxima del suelo S2 (suelo intermedio) para cada escenario de sismo (frecuente, ocasional, raro y muy raro) en las ecuaciones de la segunda columna de la tabla; formando a partir de estos valores de índice de daño, los puntos que formaron las curvas y ecuaciones de funciones de vulnerabilidad del tipo Índice de Daño (ID) vs Índice de Vulnerabilidad Normalizado (Ivn).

Figura 187

Funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S2.



Nota. Esta figura muestra las curvas de las funciones de vulnerabilidad Índice de Daño (ID) vs Índice de Vulnerabilidad Normalizado (Ivn) para suelo S2 (suelo intermedio), que fueron generadas mediante el programa MS Excel luego del ingreso de puntos de valores de índice de daño según índice de vulnerabilidad, lo que dio forma a las curvas, asimismo la figura muestra las ecuaciones de las curvas de las funciones de vulnerabilidad para cada escenario de sismo según su aceleración máxima del suelo S2 (suelo intermedio), las cuales fueron generadas por el programa MS Excel.

Tabla 62

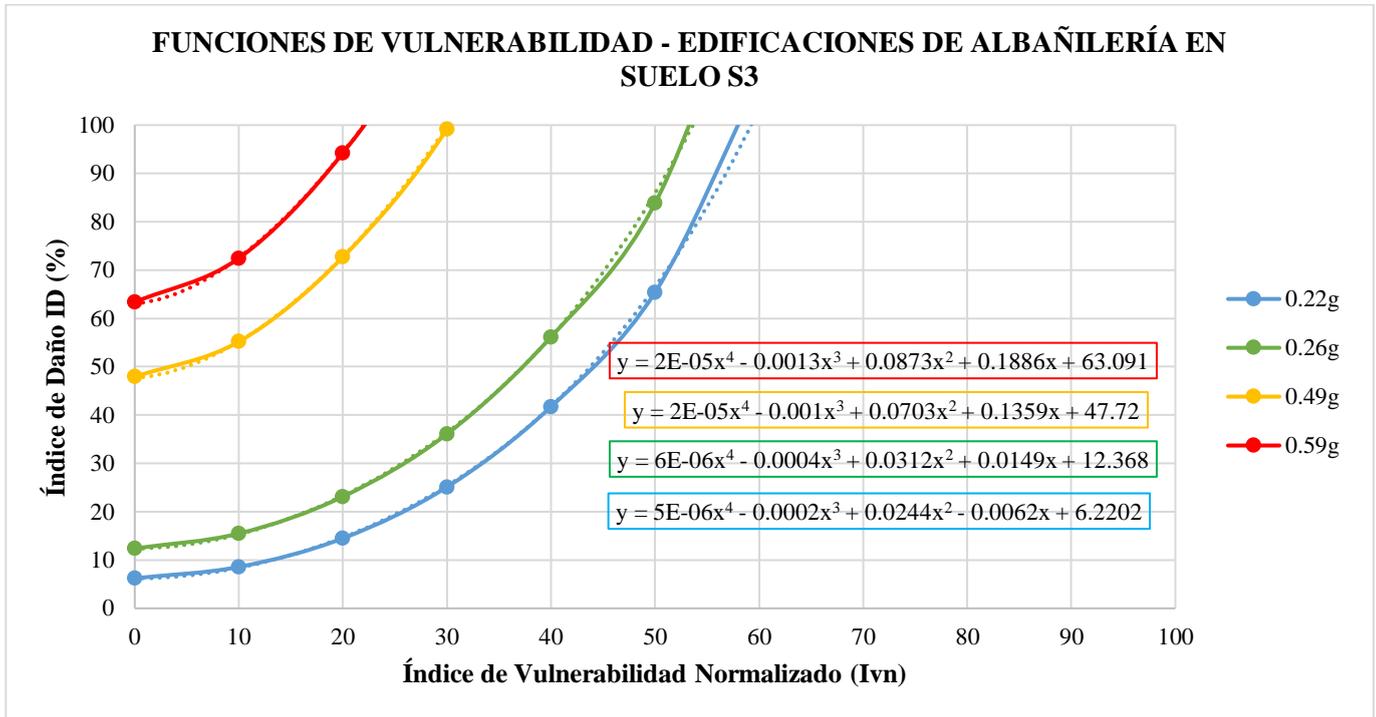
Elaboración de las funciones de vulnerabilidad para suelo S3.

| Índice de vulnerabilidad normalizado (Ivn) | Ecuaciones de las curvas de Índice de Daño para Albañilería Confinada | 0.22g (Sismo Frecuente) | 0.26g (Sismo Ocasional) | 0.49g (Sismo Raro) | 0.59g (Sismo Muy Raro) |
|--|---|-------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------|
| 100 | ID=2842(a/g)-141.36 | 483.88 | 597.56 | 1251.22 | 1535.42 |
| 90 | ID=2016.3(a/g)-100.62 | 342.97 | 423.62 | 887.36 | 1088.99 |
| 80 | ID=1373.3(a/g)-68.705 | 233.36 | 288.27 | 604.06 | 741.36 |
| 70 | ID=891.49(a/g)-44.89 | 151.24 | 186.89 | 391.94 | 481.08 |
| 60 | ID=739.79(a/g)-53.642 | 109.11 | 138.70 | 308.85 | 382.83 |
| 50 | ID=460.7(a/g)-35.961 | 65.39 | 83.82 | 189.78 | 235.85 |
| 40 | ID=360.93(a/g)-37.682 | 41.72 | 56.15 | 139.17 | 175.26 |
| 30 | ID=274.45(a/g)-35.272 | 25.10 | 36.08 | 99.20 | 126.65 |
| 20 | ID=215.51(a/g)-32.912 | 14.50 | 23.12 | 72.68 | 94.23 |
| 10 | ID=172.61(a/g)-29.393 | 8.58 | 15.48 | 55.18 | 72.44 |
| 0 | ID=154.46(a/g)-27.754 | 6.23 | 12.40 | 47.93 | 63.37 |

Nota. Esta tabla muestra los valores de índice de daños a partir del reemplazo de la aceleración máxima del suelo S3 (suelo blando) para cada escenario de sismo (frecuente, ocasional, raro y muy raro) en las ecuaciones de la segunda columna de la tabla; formando a partir de estos valores de índice de daño, los puntos que formaron las curvas y ecuaciones de funciones de vulnerabilidad del tipo Índice de Daño (ID) vs Índice de Vulnerabilidad Normalizado.

Figura 188

Funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.



Nota. Esta figura muestra las curvas de las funciones de vulnerabilidad Índice de Daño (ID) vs Índice de Vulnerabilidad Normalizado (Ivn) para suelo S3 (suelo blando), que fueron generadas mediante el programa MS Excel luego del ingreso de puntos de valores de índice de daño según índice de vulnerabilidad, lo que dio forma a las curvas, asimismo la figura muestra las ecuaciones de las curvas de las funciones de vulnerabilidad para cada escenario de sismo según su aceleración máxima del suelo S3 (suelo blando), las cuales fueron generadas por el programa MS Excel.

Por lo tanto, mediante las ecuaciones formuladas para suelo S2 (Figura 187) y para suelo S3 (Figura 188) calculamos el valor del Índice de Daño (ID) conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (Ivn) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de cada edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, dependiendo del perfil de suelo donde se encuentren ubicados.

En la Tabla 63 se muestran las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S2 y en la Tabla 64 se muestran las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3.

Tabla 63

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S2.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I _{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.21 | $ID = 4 * 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0227 I_{vn}^2 - 0.0114 I_{vn} + 4.6832$ |
| Ocasional | 0.25 | $ID = 6 * 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0003 I_{vn}^3 + 0.0295 I_{vn}^2 + 0.0096 I_{vn} + 10.831$ |
| Raro | 0.47 | $ID = 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0669 I_{vn}^2 + 0.1254 I_{vn} + 44.646$ |
| Muy Raro | 0.56 | $ID = 2 * 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0012 I_{vn}^3 + 0.0822 I_{vn}^2 + 0.1728 I_{vn} + 58.479$ |

Nota. Esta tabla muestra las funciones de vulnerabilidad relacionando el índice de vulnerabilidad normalizado y el índice de daño de acuerdo con el escenario de sismo y la aceleración máxima del suelo intermedio de perfil S2.

Tabla 64

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I _{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 * 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 * 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 * 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 * 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

Nota. Esta tabla muestra las funciones de vulnerabilidad relacionando el índice de vulnerabilidad normalizado y el índice de daño de acuerdo con el escenario de sismo y la aceleración máxima del suelo blando de perfil S3.

4.1.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO SISMICO EN EL P.J. SAN JUAN

4.1.3.1. RESULTADOS DEL CALCULO DE INDICE DE DAÑO (ID) Y NIVEL DE RIESGO SISMICO

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del cálculo de índice de daño esperado y nivel de riesgo sísmico propuestos por la EERI, para cada edificación según su número de pisos, tanto en cantidad como en porcentaje de las edificaciones del área de estudio para cuatro escenarios sísmicos: sismos frecuentes, ocasionales, raros y muy raros.

En la Tabla 65 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para edificaciones de un piso.

Tabla 65

Resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para edificaciones de un piso.

| NIVEL DE RIESGO SISMICO | INDICE DE DAÑO "ID" (%) | SISMO FRECUENTE (Tr=45 años) | | SISMO OCASIONAL (Tr=75 años) | | SISMO RARO (Tr=475 años) | | SISMO MUY RARO (Tr= 970 años) | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|--------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| | | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % |
| NINGUNO | 0 - 2.5 | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| LIGERO | 2,5 - 7,5 | 22 | 5.03% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| MODERADO | 7.5 - 15 | 92 | 21.05% | 26 | 5.95% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| CONSIDERABLE | 15 - 30 | 108 | 24.71% | 136 | 31.12% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| FUERTE | 30 - 60 | 113 | 25.86% | 140 | 32.04% | 51 | 11.67% | 3 | 0.69% |
| SEVERO | 60 - 90 | 45 | 10.30% | 67 | 15.33% | 123 | 28.15% | 88 | 20.14% |
| COLAPSO | 90 - 100 | 57 | 13.04% | 68 | 15.56% | 263 | 60.18% | 346 | 79.18% |
| TOTAL | | 437 | 100% | 437 | 100% | 437 | 100% | 437 | 100% |

En la Figura 189 se muestra un diagrama de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para edificaciones de un piso, y en la Figura 190 se muestran dichos resultados de manera porcentual.

Figura 189

Diagrama de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para edificaciones de un piso.

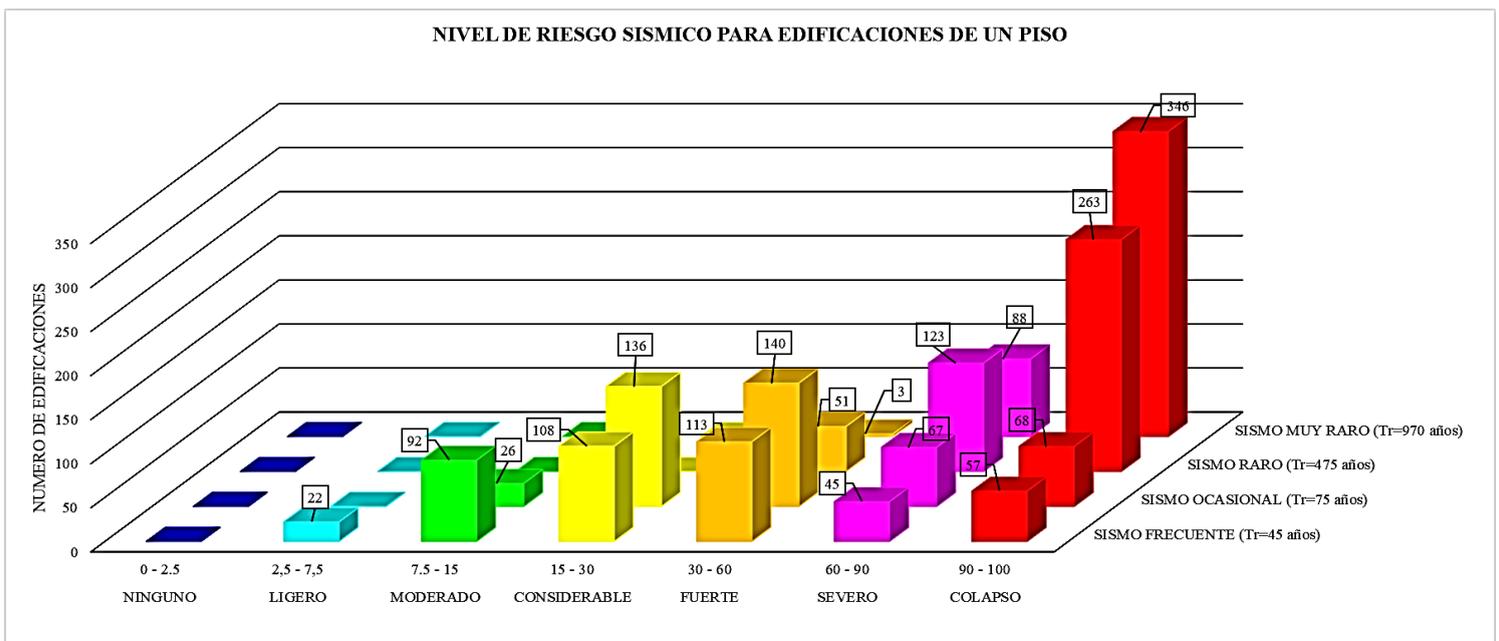
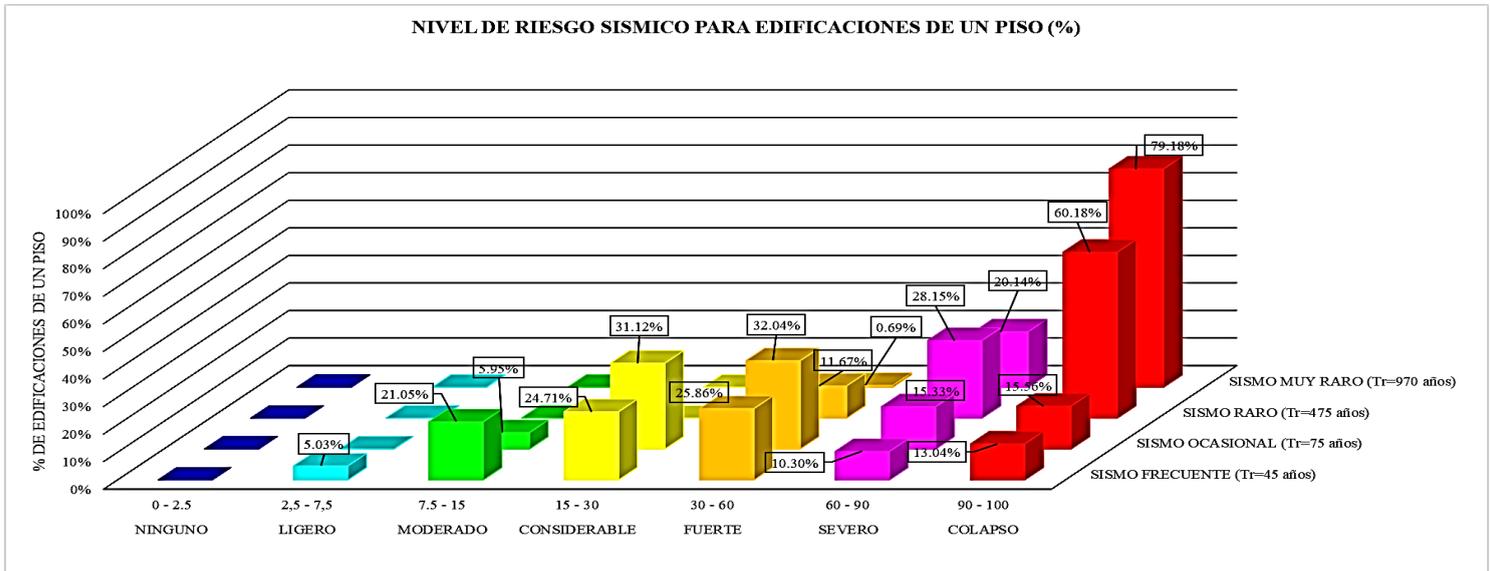


Figura 190

Diagrama porcentual de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para edificaciones de un piso.



En el escenario de sismo frecuente ($Tr = 45$ años), predomina ligeramente el nivel de riesgo sísmico fuerte (25.86% de viviendas de un piso). En el escenario de sismo ocasional ($Tr = 75$ años), predomina ligeramente el nivel de riesgo sísmico fuerte (32.04% de viviendas de un piso). En el escenario de sismo raro ($Tr = 475$ años) predomina el nivel de riesgo sísmico de colapso (60.18% de viviendas de un piso). En el escenario del sismo muy raro ($Tr = 970$ años) predomina el nivel de riesgo sísmico de colapso (79.18% de viviendas de un piso).

En la Tabla 66 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para edificaciones de dos pisos.

Tabla 66

Resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para edificaciones de dos pisos.

| NIVEL DE RIESGO SISMICO | INDICE DE DAÑO "ID" (%) | SISMO FRECUENTE (Tr=45 años) | | SISMO OCASIONAL (Tr=75 años) | | SISMO RARO (Tr=475 años) | | SISMO MUY RARO (Tr= 970 años) | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|--------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| | | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % |
| NINGUNO | 0 - 2.5 | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| LIGERO | 2,5 - 7,5 | 13 | 4.98% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| MODERADO | 7.5 - 15 | 76 | 29.12% | 16 | 6.13% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| CONSIDERABLE | 15 - 30 | 82 | 31.42% | 117 | 44.83% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| FUERTE | 30 - 60 | 51 | 19.54% | 78 | 29.89% | 42 | 16.09% | 1 | 0.38% |
| SEVERO | 60 - 90 | 25 | 9.58% | 30 | 11.49% | 98 | 37.55% | 71 | 27.20% |
| COLAPSO | 90 - 100 | 14 | 5.36% | 20 | 7.66% | 121 | 46.36% | 189 | 72.41% |
| TOTAL | | 261 | 100% | 261 | 100% | 261 | 100% | 261 | 100% |

En la Figura 191 se muestra un diagrama de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para edificaciones de dos pisos, y en la Figura 192 se muestran dichos resultados de manera porcentual.

Figura 191

Diagrama de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para edificaciones de dos pisos.

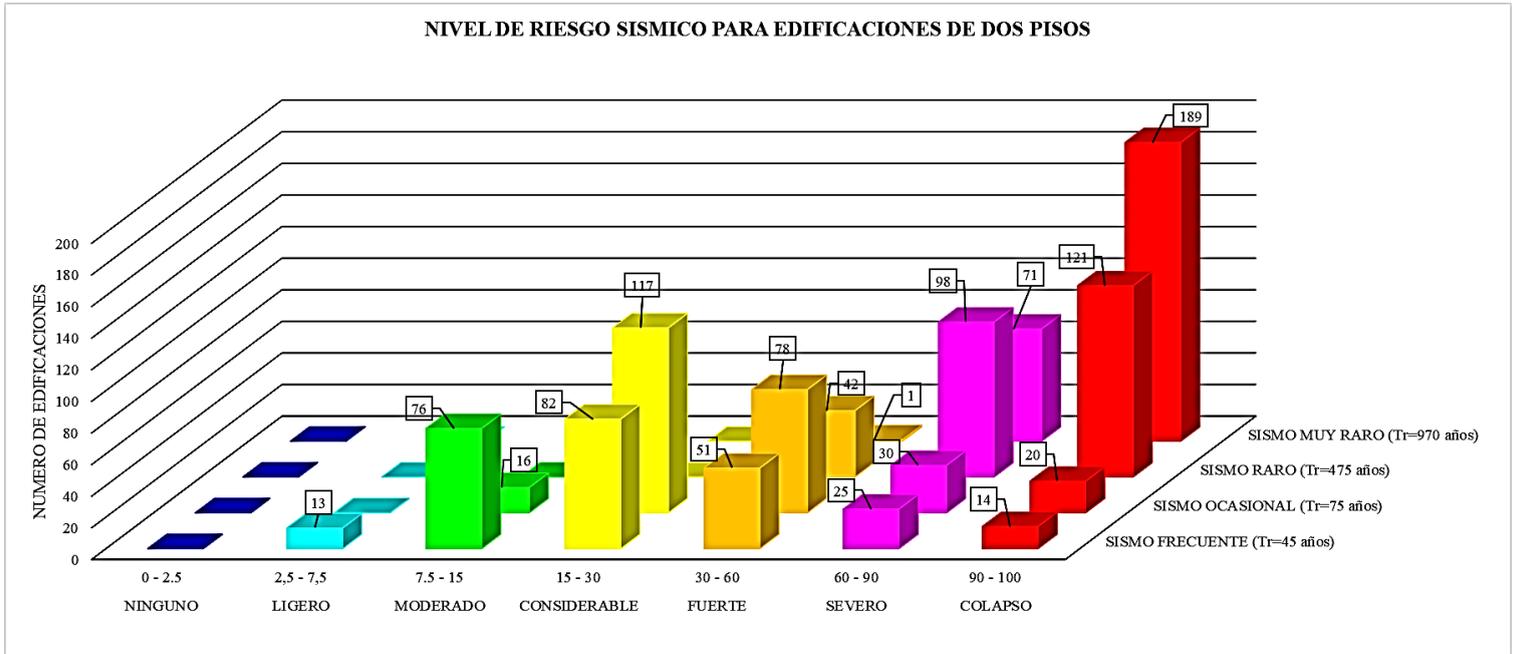
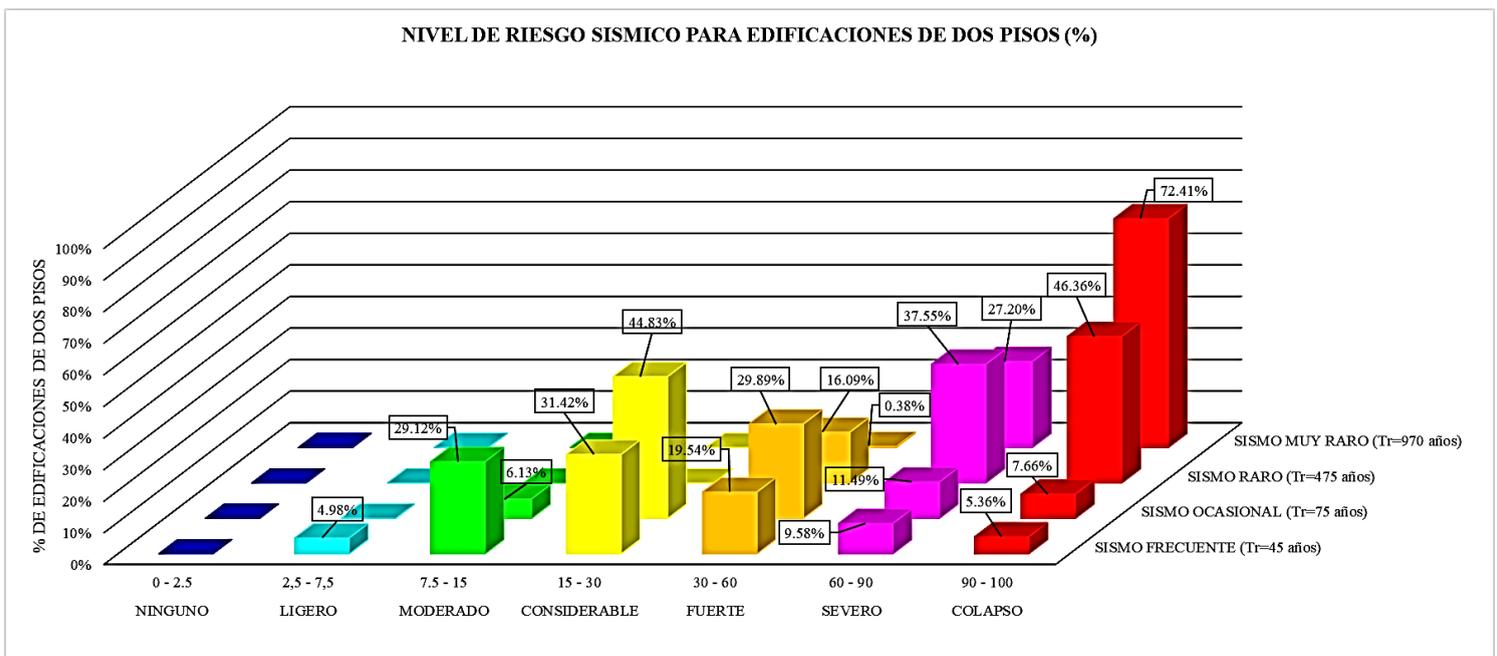


Figura 192

Diagrama porcentual de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para edificaciones de dos pisos.



En el escenario de sismo frecuente ($Tr = 45$ años), predomina el nivel de riesgo sísmico considerable (31.42% de viviendas de dos pisos). En el escenario de sismo ocasional ($Tr = 75$ años), predomina el nivel de riesgo sísmico considerable (44.83% de viviendas de dos pisos). En el escenario de sismo raro ($Tr = 475$ años) predomina el nivel de riesgo sísmico de colapso (46.36% de viviendas de dos pisos). En el escenario del sismo muy raro ($Tr = 970$ años) predomina el nivel de riesgo sísmico de colapso (72.41% de viviendas de dos pisos).

En la Tabla 67 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para edificaciones de tres pisos.

Tabla 67

Resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para edificaciones de tres pisos.

| NIVEL DE RIESGO SISMICO | INDICE DE DAÑO "ID" (%) | SISMO FRECUENTE (Tr=45 años) | | SISMO OCASIONAL (Tr=75 años) | | SISMO RARO (Tr=475 años) | | SISMO MUY RARO (Tr= 970 años) | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------|--------|------------------------------|--------|--------------------------|--------|-------------------------------|--------|
| | | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % |
| NINGUNO | 0 - 2.5 | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| LIGERO | 2,5 - 7,5 | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| MODERADO | 7.5 - 15 | 7 | 18.92% | 1 | 2.70% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| CONSIDERABLE | 15 - 30 | 18 | 48.65% | 12 | 32.43% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| FUERTE | 30 - 60 | 7 | 18.92% | 17 | 45.95% | 2 | 5.41% | 0 | 0.00% |
| SEVERO | 60 - 90 | 3 | 8.11% | 5 | 13.51% | 12 | 32.43% | 5 | 13.51% |
| COLAPSO | 90 - 100 | 2 | 5.41% | 2 | 5.41% | 23 | 62.16% | 32 | 86.49% |
| TOTAL | | 37 | 100% | 37 | 100% | 37 | 100% | 37 | 100% |

En la Figura 193 se muestra un diagrama de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para edificaciones de tres pisos, y en la Figura 194 se muestran dichos resultados de manera porcentual.

Figura 193

Diagrama de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para edificaciones de tres pisos.

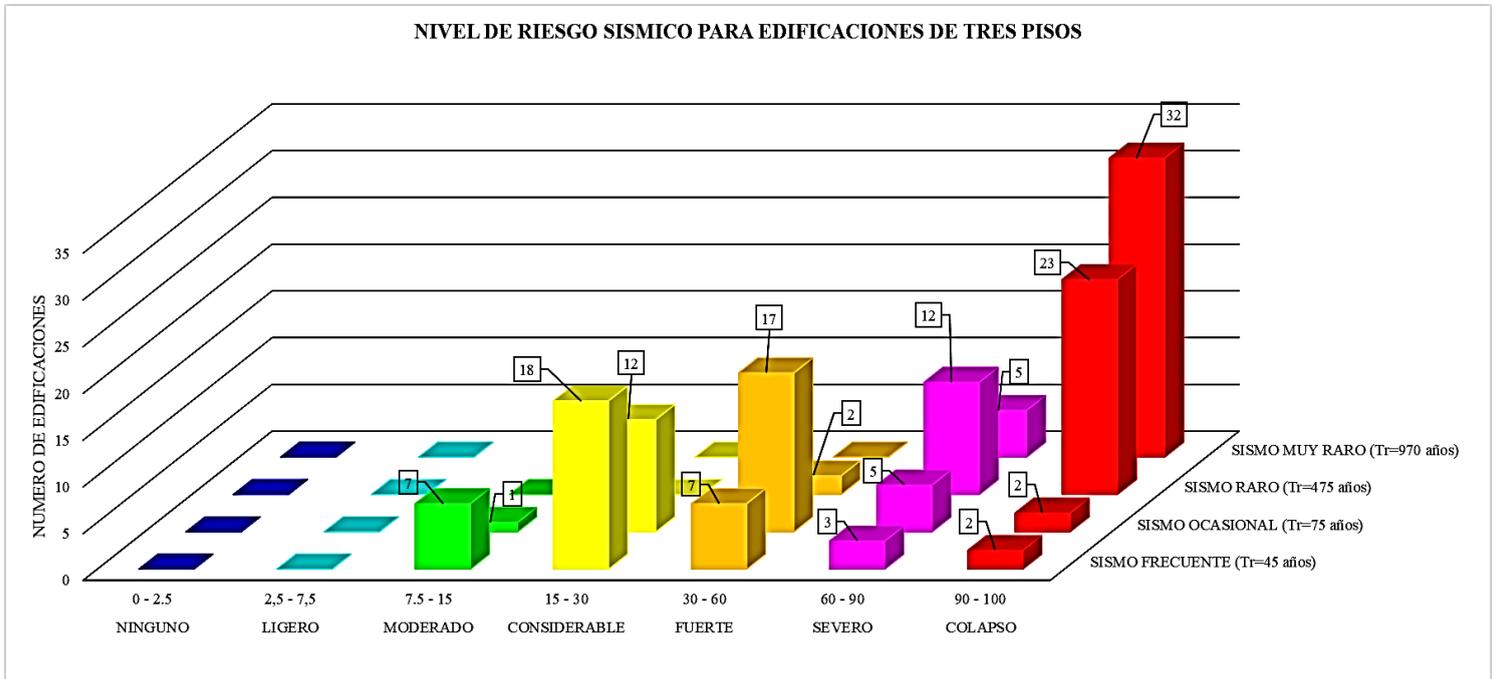
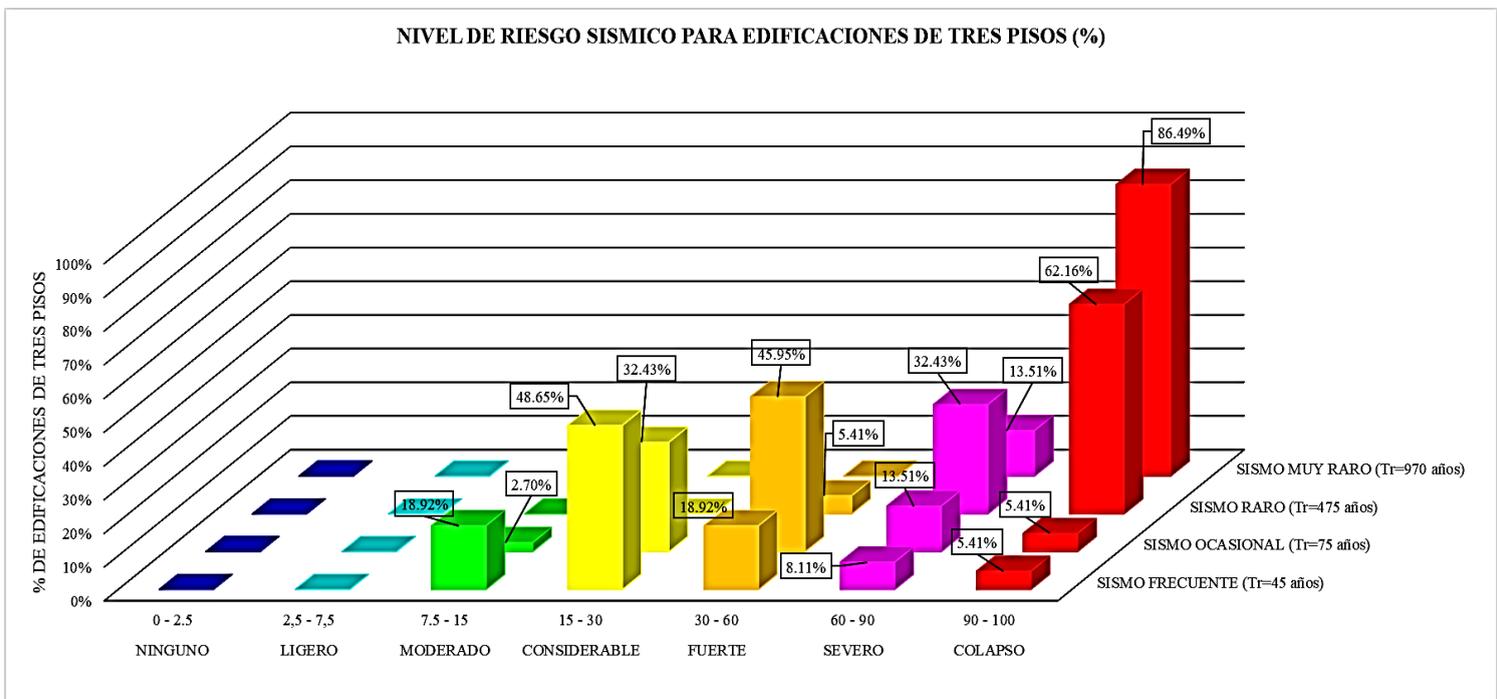


Figura 194

Diagrama porcentual de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para edificaciones de tres pisos.



En el escenario de sismo frecuente ($Tr = 45$ años), predomina el nivel de riesgo sísmico considerable (48.65% de viviendas de tres pisos). En el escenario de sismo ocasional ($Tr = 75$ años), predomina ligeramente el nivel de riesgo sísmico fuerte (45.95% de viviendas de tres pisos) con tendencia a nivel de riesgo sísmico considerable (32.43% de viviendas de tres pisos). En el escenario de sismo raro ($Tr = 475$ años) predomina el nivel de riesgo sísmico de colapso (62.16% de viviendas de tres pisos). En el escenario del sismo muy raro ($Tr = 970$ años) predomina el nivel de riesgo sísmico de colapso (86.49% de viviendas de tres pisos).

En la Tabla 68 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para edificaciones de cuatro pisos.

Tabla 68

Resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para edificaciones de cuatro pisos.

| NIVEL DE RIESGO SISMICO | INDICE DE DAÑO "ID" (%) | SISMO FRECUENTE (Tr=45 años) | | SISMO OCASIONAL (Tr=75 años) | | SISMO RARO (Tr=475 años) | | SISMO MUY RARO (Tr= 970 años) | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------|--------|------------------------------|--------|--------------------------|--------|-------------------------------|---------|
| | | N° | % | N° | % | N° | % | N° | % |
| | | LOTES | | LOTES | | LOTES | | LOTES | |
| NINGUNO | 0 - 2.5 | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| LIGERO | 2,5 - 7,5 | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| MODERADO | 7.5 - 15 | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| CONSIDERABLE | 15 - 30 | 2 | 40.00% | 1 | 20.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| FUERTE | 30 - 60 | 2 | 40.00% | 3 | 60.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| SEVERO | 60 - 90 | 1 | 20.00% | 1 | 20.00% | 1 | 20.00% | 0 | 0.00% |
| COLAPSO | 90 - 100 | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 4 | 80.00% | 5 | 100.00% |
| TOTAL | | 5 | 100% | 5 | 100% | 5 | 100% | 5 | 100% |

En la Figura 195 se muestra un diagrama de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para edificaciones de cuatro pisos, y en la Figura 196 se muestran dichos resultados de manera porcentual.

Figura 195

Diagrama de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para edificaciones de cuatro pisos.

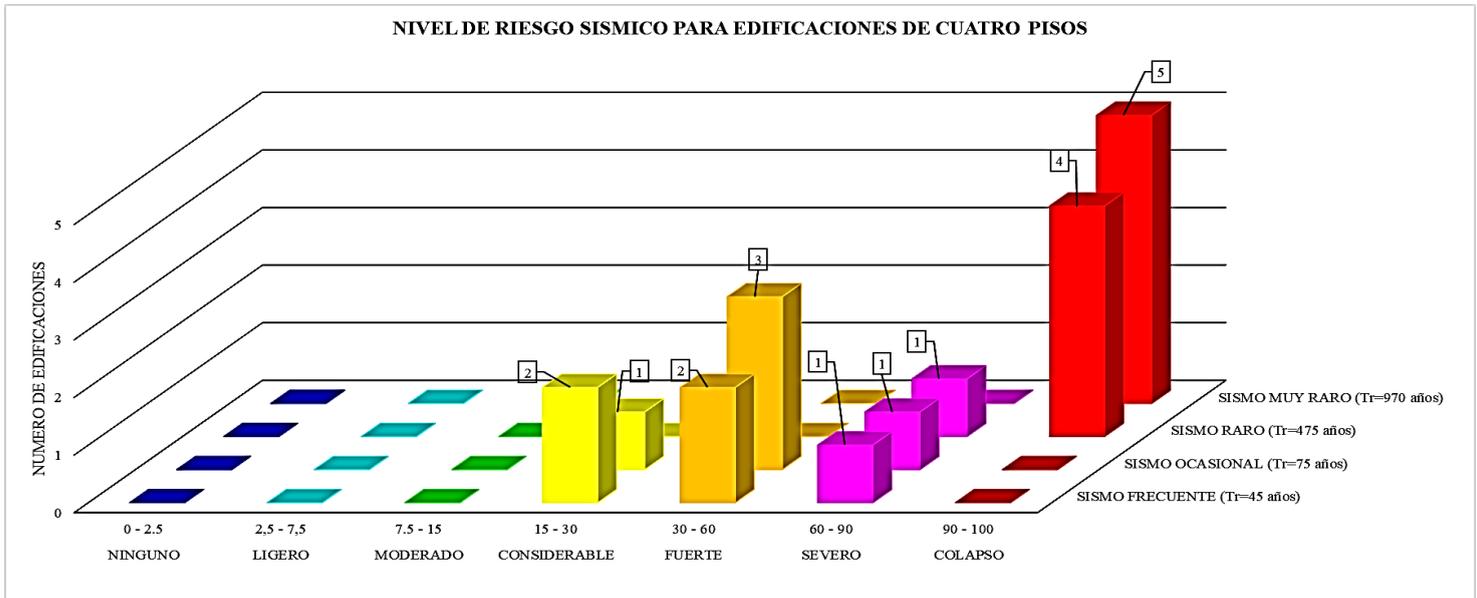
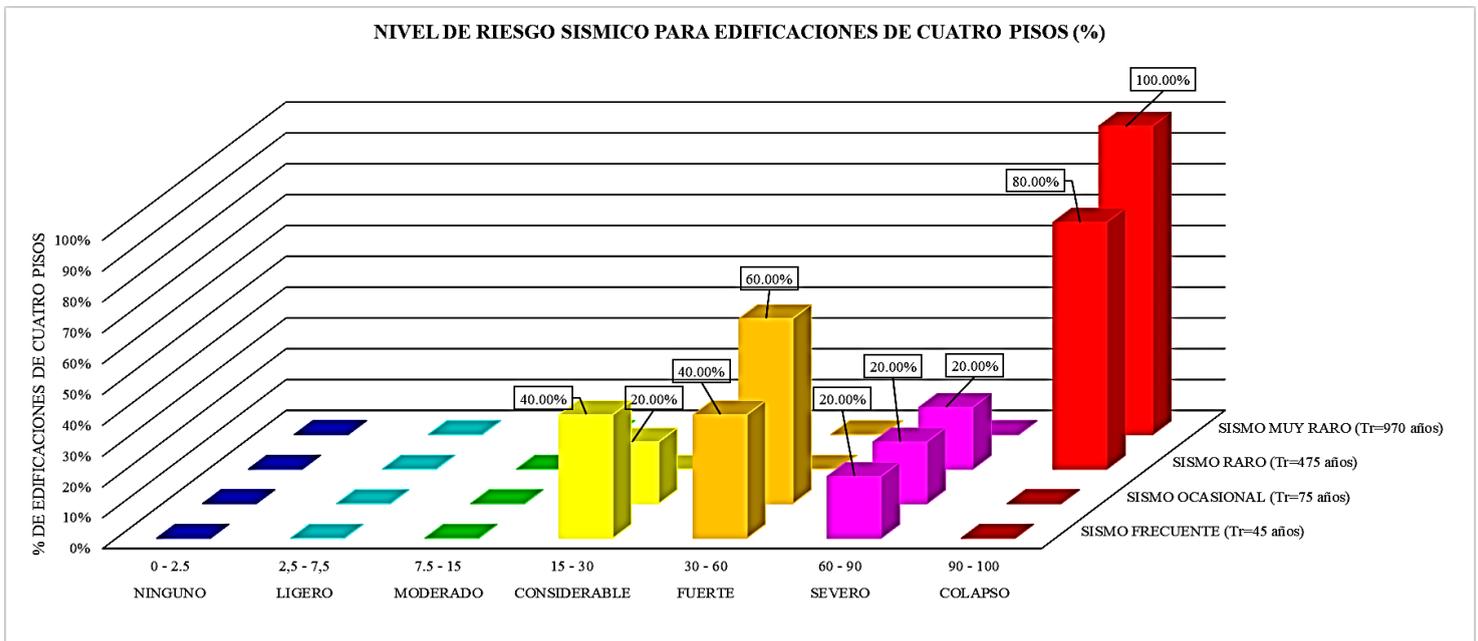


Figura 196

Diagrama porcentual de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para edificaciones de cuatro pisos.



En el escenario de sismo frecuente (Tr = 45 años), predominan el nivel de riesgo sísmico considerable y fuerte (40% en ambos casos en viviendas de cuatro pisos). En el escenario de sismo ocasional (Tr = 75 años), predomina ligeramente el nivel de riesgo sísmico fuerte (60% de viviendas de cuatro pisos). En el escenario de sismo raro (Tr = 475 años) predomina el nivel de riesgo sísmico de colapso (80% de viviendas de cuatro pisos). En el escenario del sismo muy

raro ($T_r = 970$ años) predomina el nivel de riesgo sísmico de colapso (100% de viviendas de cuatro pisos).

En la Tabla 69 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para la totalidad de edificaciones.

Tabla 69

Resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para la totalidad de edificaciones.

| NIVEL DE RIESGO SISMICO | INDICE DE DAÑO "ID" (%) | SISMO FRECUENTE ($T_r=45$ años) | | SISMO OCASIONAL ($T_r=75$ años) | | SISMO RARO ($T_r=475$ años) | | SISMO MUY RARO ($T_r=970$ años) | |
|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|
| | | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % | N° LOTES | % |
| NINGUNO | 0 - 2.5 | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| LIGERO | 2,5 - 7,5 | 35 | 4.73% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| MODERADO | 7.5 - 15 | 175 | 23.65% | 43 | 5.81% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| CONSIDERABLE | 15 - 30 | 210 | 28.38% | 266 | 35.95% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| FUERTE | 30 - 60 | 173 | 23.38% | 238 | 32.16% | 95 | 12.84% | 4 | 0.54% |
| SEVERO | 60 - 90 | 74 | 10.00% | 103 | 13.92% | 234 | 31.62% | 164 | 22.16% |
| COLAPSO | 90 - 100 | 73 | 9.86% | 90 | 12.16% | 411 | 55.54% | 572 | 77.30% |
| TOTAL | | 740 | 100% | 740 | 100% | 740 | 100% | 740 | 100% |

En la Figura 197 se muestra un diagrama de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico según el escenario de sismo para la totalidad de edificaciones, y en la Figura 198 se muestran dichos resultados de manera porcentual.

Figura 197

Diagrama de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para el total de edificaciones.

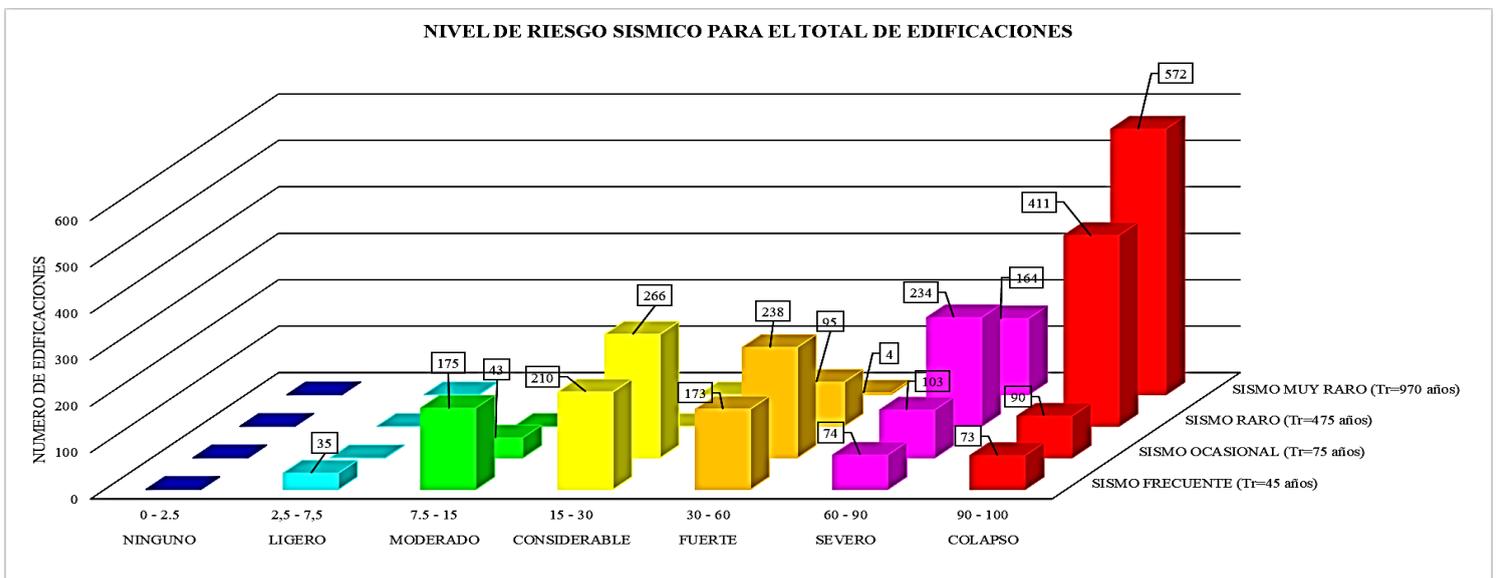
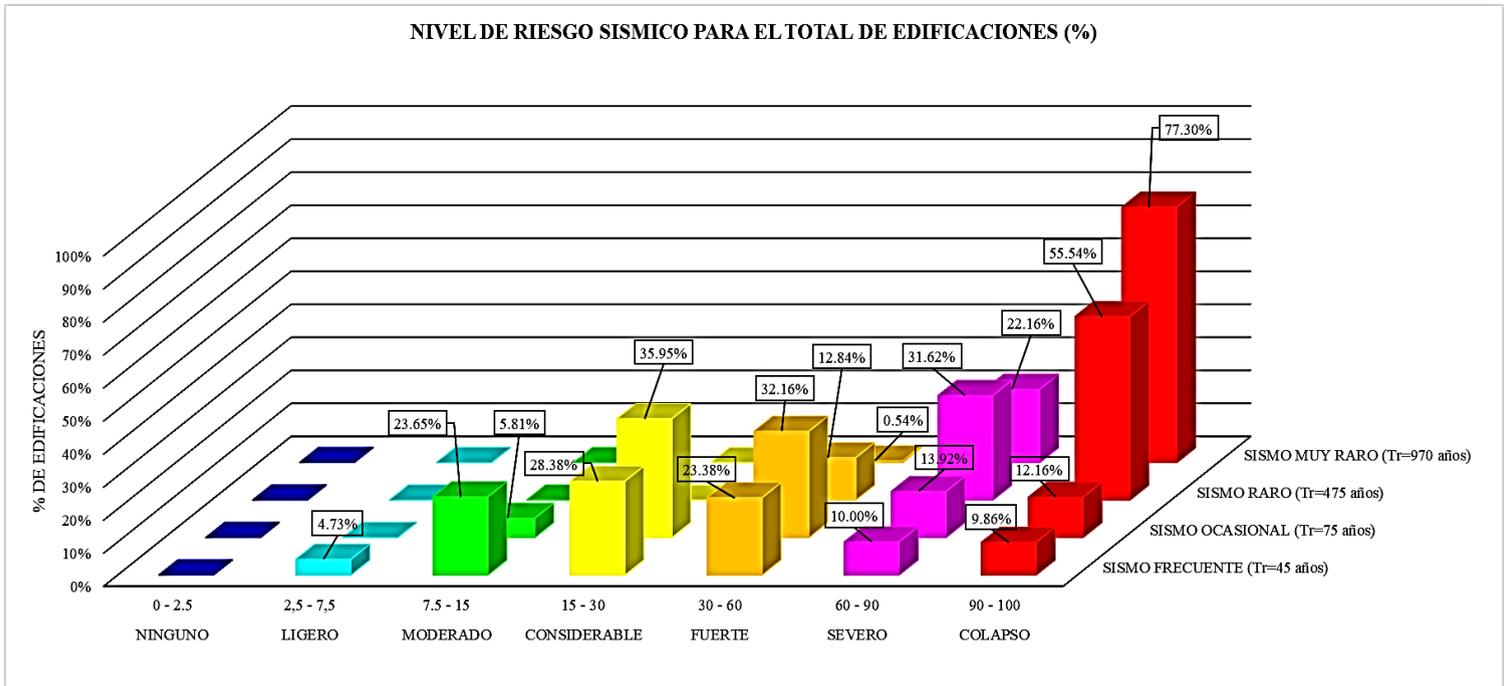


Figura 198

Diagrama porcentual de barras de los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo sísmico para el total de edificaciones.



En el escenario de sismo frecuente ($Tr = 45$ años), predominan los niveles de riesgo sísmico moderado, considerable y fuerte debido a que se estima que el 28.38% del total de las edificaciones sufrirían daño considerable, el 23.65% sufrirían daño moderado, y el 23.38% sufrirían daño fuerte.

En el escenario de sismo ocasional ($Tr = 75$ años), predominan los niveles de riesgo sísmico considerable y fuerte debido a que se estima que el 35.95% del total de las edificaciones sufrirían daño considerable, y el 32.16% sufrirían daño fuerte.

En el escenario de sismo raro ($Tr = 475$ años), predominan los niveles de riesgo sísmico severo y colapso debido a que se estima que el 31.62% del total de las edificaciones sufrirían daño severo, y el 55.54% colapsaría.

En el escenario de sismo muy raro ($Tr = 970$ años), predominan el nivel de riesgo sísmico de colapso debido a que se estima que el 77.30% del total de las edificaciones colapsaría.

4.1.3.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS

Se determinaron las pérdidas económicas en las edificaciones debido a los diferentes tipos de escenarios de sismos mediante la Ecuación 31.

A continuación, se determinó el valor estimado total de las edificaciones construidas del P.J. San Juan de la ciudad de Chimbote, tanto de edificaciones de un piso, dos, tres y cuatro pisos, la cual asciende al monto total de **S/ 120,297,547.45** (CIENTO VEINTE MILLONES DOSCIENTOS NOVENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS CUARENTA Y SIETE SOLES CON CUARENTA Y CINCO CENTÉSIMOS), para lo cual dichos resultados se muestran en la Tabla 70.

Tabla 70

Valor estimado total de las edificaciones del P.J. San Juan de la ciudad de Chimbote.

| Nº PISOS | | VALOR DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS (S/) | % |
|----------------|-----------|---|-------------|
| 1 PISO | S/ | 35,631,823.05 | 29.62% |
| 2 PISOS | S/ | 65,980,310.53 | 54.85% |
| 3 PISOS | S/ | 15,976,250.26 | 13.28% |
| 4 PISOS | S/ | 2,709,163.62 | 2.25% |
| TOTAL | S/ | 120,297,547.45 | 100% |

Del valor estimado total de las edificaciones mencionado anteriormente, la cual fue de 120 millones de soles aproximadamente, se determinó que el 29.62% del total representan el valor económico de edificaciones de un piso, el 54.85% de dos pisos, el 13.28% de tres pisos y el 2.25% restante de cuatro pisos. Se observa que el mayor porcentaje del total del valor económico de las edificaciones son de dos pisos.

En la Figura 199 se aprecia mediante gráfico de barras el valor de las edificaciones construidas según su número de pisos y en la Figura 200 se puede apreciar los porcentajes representados en un diagrama circular.

Figura 199

Valor de las edificaciones construidas según número de pisos en el área de estudio.

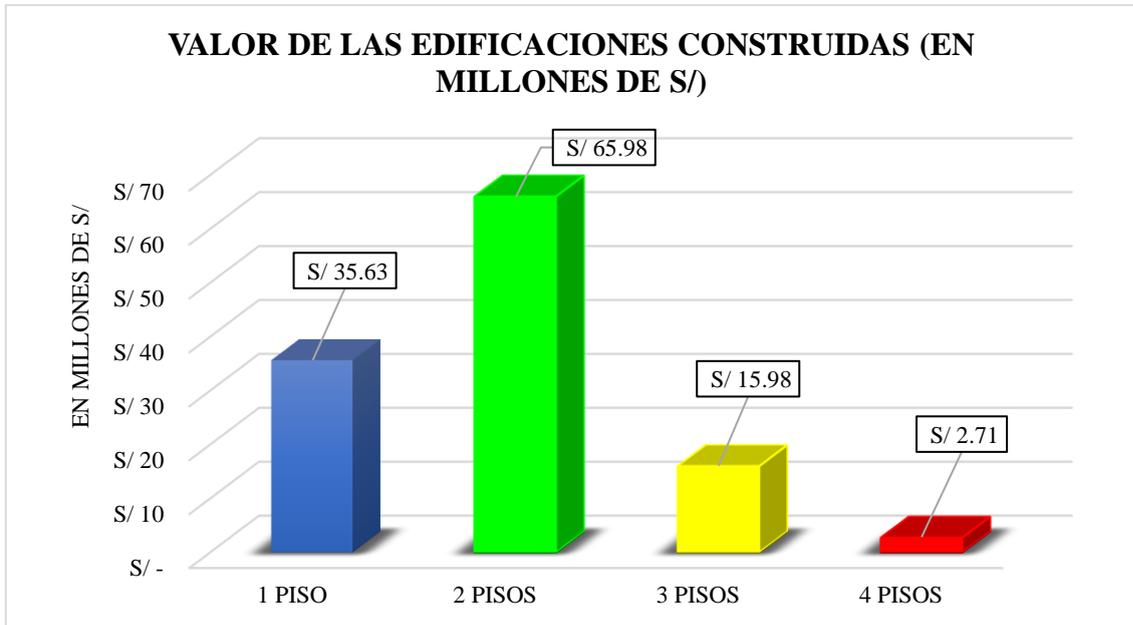
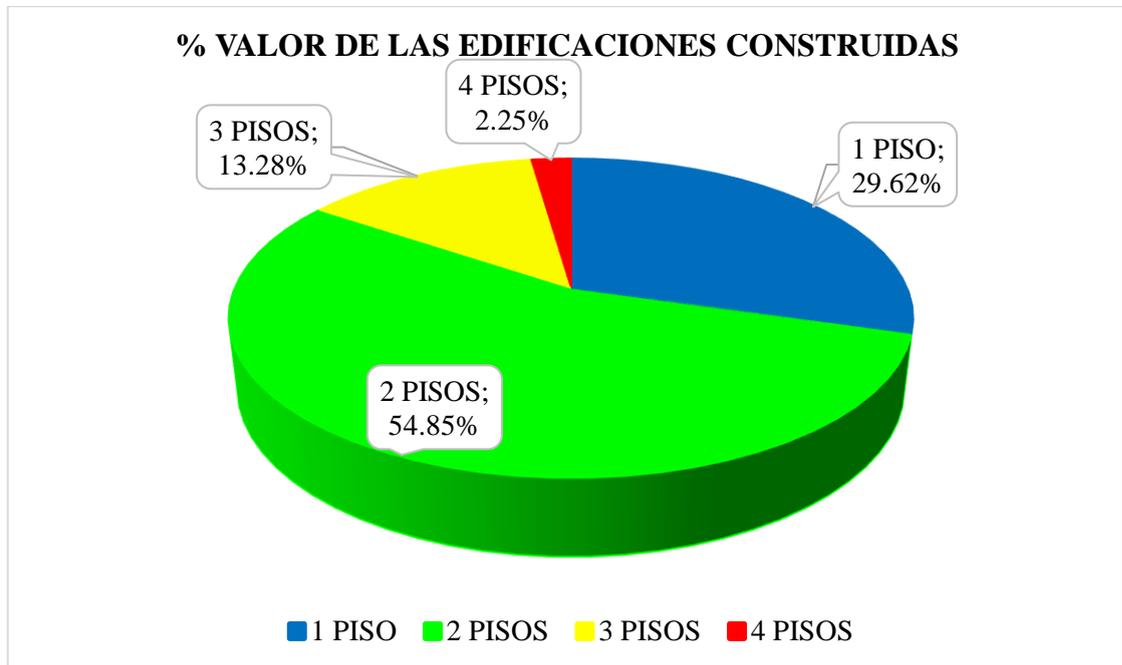


Figura 200

Porcentaje del total del valor de las edificaciones construidas según número de pisos en el área de estudio.



En la Tabla 71 se muestra la distribución de pérdidas según el tipo de escenario de sismo en función del período de retorno, los cuales están relacionados con la aceleración esperada en la zona para diferentes tasas de excedencia. Estos resultados nos sirvieron para estimar la “Pérdida Máxima Probable (PML)”, el cual es un estimador del tamaño de las pérdidas máximas que serían razonables esperar en el P.J. San Juan, Chimbote, durante un tiempo de exposición dado.

Tabla 71

Pérdidas máximas probables estimadas en el P.J. San Juan, Chimbote, para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DEL TOTAL DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS (S/) | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS (S/) | % PML |
|----------------------------|--------------------------------|---|---|--------|
| SISMO FRECUENTE | 45 | S/ 34,214,691.81 | S/ 120,297,547.45 | 28.44% |
| SISMO OCASIONAL | 75 | S/ 43,946,207.97 | S/ 120,297,547.45 | 36.53% |
| SISMO RARO | 475 | S/ 99,214,784.70 | S/ 120,297,547.45 | 82.47% |
| SISMO MUY RARO | 970 | S/ 111,433,212.34 | S/ 120,297,547.45 | 92.63% |

De acuerdo a estos resultados, en el probable caso de ocurrir el escenario de sismo frecuente para un periodo de retorno $Tr = 45$ años, se producirían pérdidas de aproximadamente 28.44% del valor total de las edificaciones construidas, lo que equivale a S/ 34,214,691.81.

Para el probable caso de ocurrir el escenario de sismo ocasional para un periodo de retorno $Tr = 75$ años, se producirían pérdidas de aproximadamente 36.53% del valor total de las edificaciones construidas, lo que equivale a S/ 43,946,207.97.

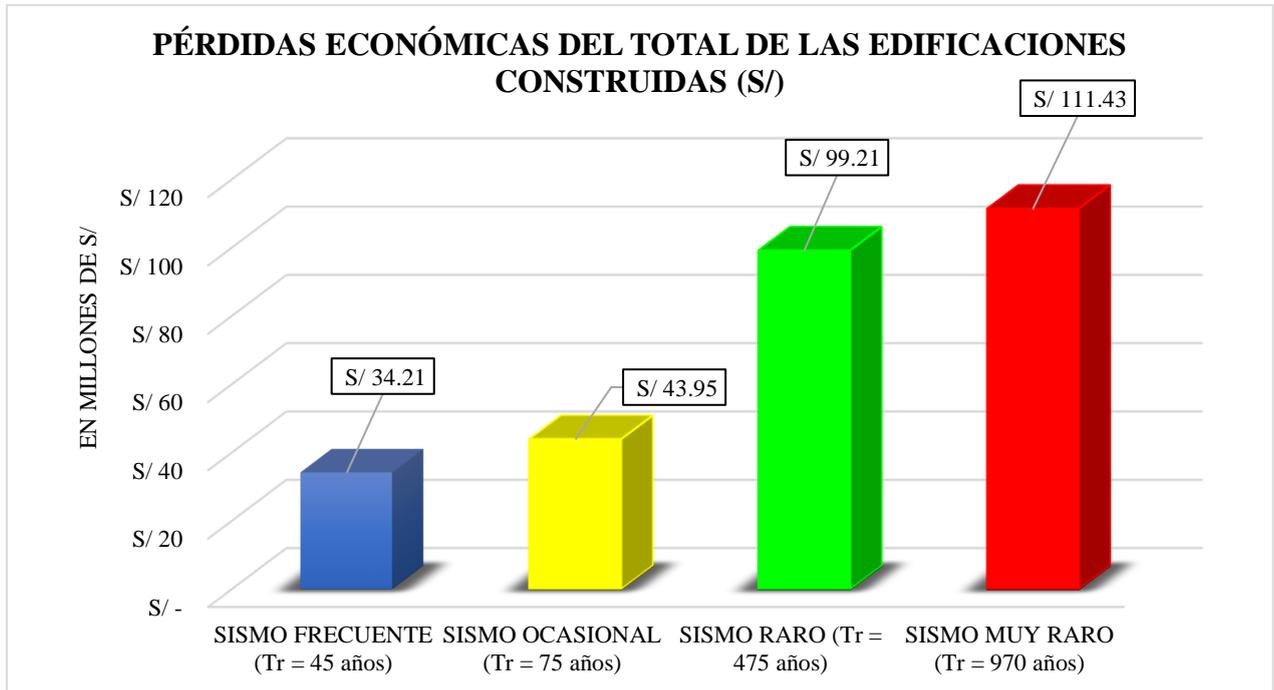
Para el probable caso de ocurrir el escenario de sismo raro para un periodo de retorno $Tr = 475$ años, se producirían pérdidas de aproximadamente 82.47% del valor total de las edificaciones construidas, lo que equivale a S/ 99,214,784.70.

Asimismo, para el probable caso de ocurrir el escenario de sismo muy raro para un periodo de retorno $Tr = 970$ años, se producirían pérdidas de aproximadamente 92.63% del valor total de las edificaciones construidas, lo que equivale a S/ 111,433,212.34.

Estos valores se observan mediante el grafico de barras de pérdidas máximas probables (en millones de soles) en función al periodo de retorno mostrada en la Figura 201.

Figura 201

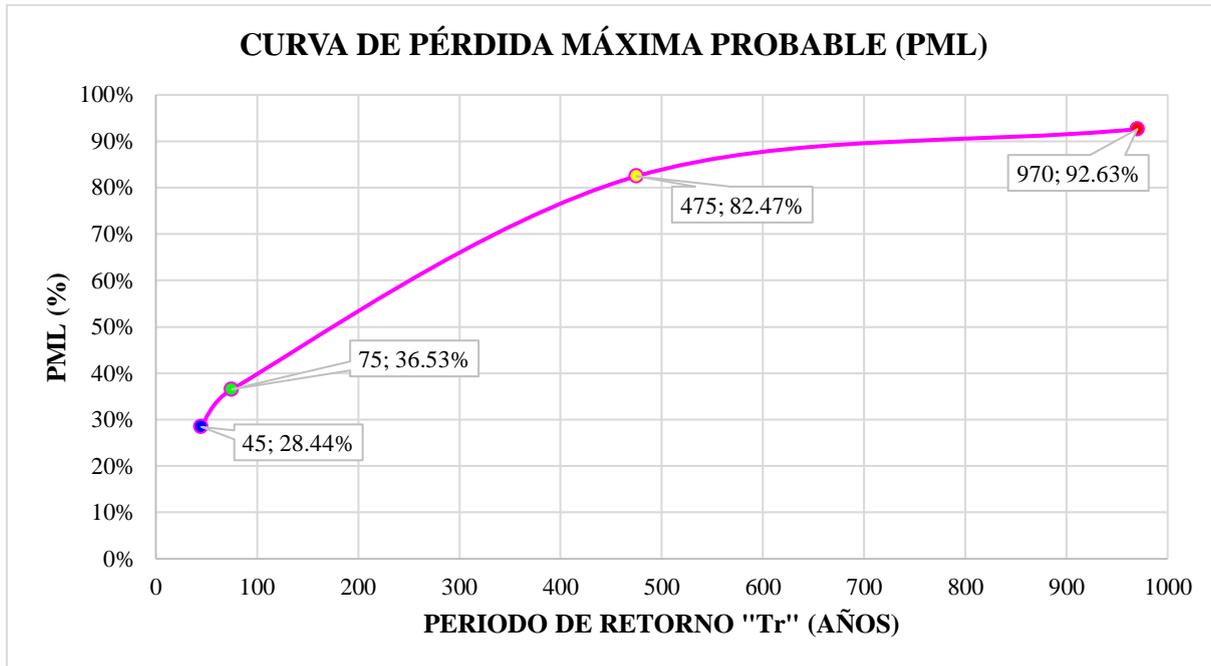
Pérdidas máximas probables (en millones de soles) en función al periodo de retorno.



A partir de las relaciones entre las pérdidas económicas probables determinadas para cada escenario de sismo y el valor estimado total de las edificaciones mencionado anteriormente, la cual fue de 120 millones de soles aproximadamente, se calcularon los porcentajes de pérdidas máximas probables las cuales sirvieron para ensamblar la curva PML (Figura 202) de acuerdo con cada tipo de escenario de sismo, las cuales fueron: sismos frecuente, ocasional, raro y muy raro, para los cuales se estimaron pérdidas económicas de 28.44%, 36.53%, 82.47% y 92.63% del valor total de las edificaciones, respectivamente.

Figura 202

Curva PML para cada período de retorno de 45, 75, 475 y 970 años.



Cabe aclarar que las pérdidas que se esperan son debido a daños en las estructuras, sin considerar el contenido de las edificaciones ni pérdidas debido al no funcionamiento de servicios que puedan prestar (lo que se denomina pérdidas por contenido y lucro cesante respectivamente).

Finalmente, en el Anexo 9 se graficaron los planos de riesgo sísmico para los diferentes escenarios sísmicos analizados, de los cuales se pudo concluir que el grado de daño es mayor cada vez que aumenta la intensidad sísmica (PGA).

4.1.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS

La prueba de hipótesis formulada para la tesis "Análisis y Evaluación de la Amenaza y Vulnerabilidad Sísmica en las Edificaciones Autoconstruidas del P.J. San Juan en Chimbote" se centró en validar la afirmación de que las edificaciones en el P.J. San Juan enfrentan una alta amenaza y presentan un grado significativo de vulnerabilidad sísmica media debido a prácticas deficientes de autoconstrucción.

- Luego de haber completado el procesamiento de datos y de haber obtenido con los índices normalizados de vulnerabilidad sísmica, debidamente definidos y expresados en el Anexo 6 respecto a las 740 viviendas autoconstruidas de albañilería ubicadas en el P.J. San Juan, Chimbote, se realizó un análisis estadístico inferencial. Este análisis tuvo como objetivo evaluar y tomar una decisión respecto a la hipótesis planteada: "Las

edificaciones ubicadas en el P.J. San Juan de la Ciudad de Chimbote se encuentran actualmente en una zona de alta amenaza sísmica, asimismo presentando la mayoría de ellas, un grado medio de vulnerabilidad sísmica, debido a que su autoconstrucción no cumple con los requerimientos necesarios para un adecuado desempeño estructural ante un probable evento sísmico de alta intensidad". La prueba de hipótesis se convirtió en un componente fundamental de este análisis, ya que nos permitió determinar si los datos recopilados respaldaban o refutaban la afirmación inicial. Este proceso de evaluación fue crucial para obtener conclusiones fundamentadas sobre la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en el área estudiada. La aplicación rigurosa de la estadística inferencial contribuyó a validar o descartar la hipótesis, proporcionando así una base científica sólida para las futuras consideraciones en términos de mitigación de riesgos y medidas preventivas.

- La hipótesis nula (H_0) inicialmente sugería que no existían niveles significativos en el grado de amenaza y vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas en el P.J. San Juan. La hipótesis alternativa (H_1) planteaba que sí había niveles significativos amenaza y vulnerabilidad sísmica, respaldando la afirmación inicial.
- Inicialmente, fue esencial familiarizarse con las características de la muestra de estudio con el propósito de comprender la distribución de los índices de vulnerabilidad de cada vivienda en relación con la media muestral y la desviación estándar (S). Este conocimiento previo sentó las bases para formular interrogantes específicas que revelaron el nivel de confianza asociado a un intervalo de valores capaz de albergar la verdadera media poblacional.
- Al examinar la distribución de los índices de vulnerabilidad en relación con la media muestral y la desviación estándar, se buscó obtener una visión clara de la variabilidad de los datos. Este enfoque permitió establecer conclusiones más robustas sobre la representatividad de la muestra y proporciona insights fundamentales sobre la vulnerabilidad sísmica en el contexto estudiado. La comprensión detallada de la distribución y la variabilidad de los índices de vulnerabilidad normalizados en la muestra constituyó un paso crucial para realizar inferencias precisas sobre la población en su conjunto.
- Con base en la información presentada en la Tabla 9, se estableció que un nivel de vulnerabilidad sísmica se consideraba como "media" cuando el Índice de Vulnerabilidad Sísmica (I_{vn}) se encontraba en el rango mayor o igual a 20 y menor que 40. Este criterio

proporcionó una referencia clara para clasificar la vulnerabilidad sísmica de acuerdo con los valores específicos del Índice de Vulnerabilidad Normalizado.

- En términos prácticos, cualquier edificación con un Índice de Vulnerabilidad Normalizado, que caiga dentro de este intervalo (mayor o igual a 20 pero menor que 40) fue categorizada como poseedora de un nivel medio de vulnerabilidad sísmica según la clasificación establecida en la Tabla 9. Esta información resultó fundamental para la evaluación de la situación de las edificaciones estudiadas y permitió identificar aquellas que presentaron una vulnerabilidad sísmica considerada como media según el Índice de Vulnerabilidad Normalizado que les fueron asignados.
- En la Tabla 72, se presentan los parámetros obtenidos al analizar la muestra de las edificaciones autoconstruidas en el P.J. San Juan. Los parámetros incluyen los parámetros específicos, como media muestral, desviación estándar, etc., los cuales se han calculado para evaluar la vulnerabilidad sísmica de estas edificaciones. Estos valores proporcionaron una visión detallada de la distribución y variabilidad de los índices de vulnerabilidad sísmica en el área estudiada.

Tabla 72

Parámetros estadísticos de las edificaciones autoconstruidas en el P.J San Juan.

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

| | |
|---------------------------|--------------|
| Medida promedio | 30 |
| Media | 32.40505211 |
| Error típico | 0.610578874 |
| Mediana | 30.22875817 |
| Moda | 20.58823529 |
| Desviación estándar | 16.60954108 |
| Varianza de la muestra | 275.876855 |
| Curtosis | -0.151414534 |
| Coefficiente de asimetría | 0.602486852 |
| Rango | 83.00653595 |
| Mínimo | 0.980392157 |
| Máximo | 83.9869281 |
| Suma | 23979.73856 |
| Cuenta | 740 |

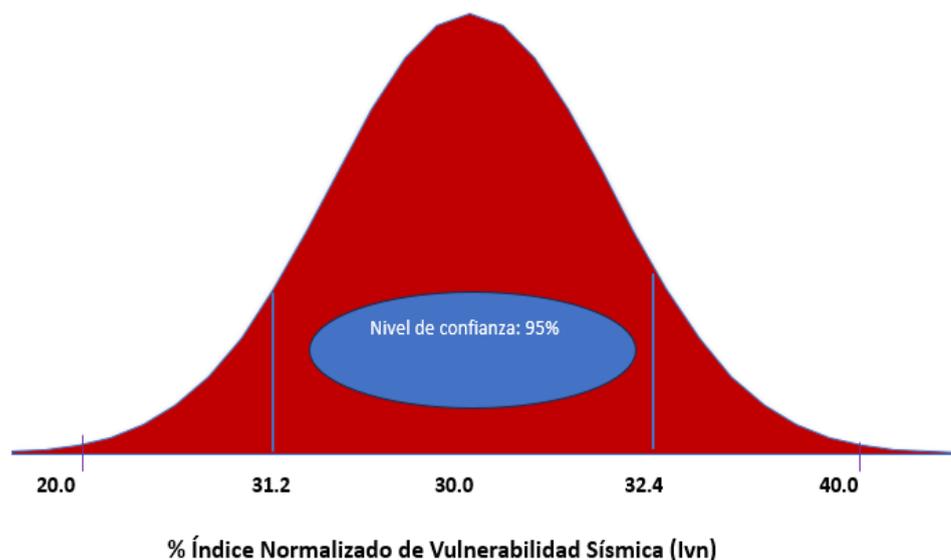
Nota. La media es 32.4, la desviación estándar es 16.21 y el nivel de confianza para esta muestra es el 95%.

- Con base en los resultados obtenidos y representados en la Figura 203, se observa que el intervalo de confianza para los índices de vulnerabilidad se sitúa entre 31.2 y 32.4.

Este hallazgo sugiere que, con un nivel de confianza del 95%, la media poblacional de los índices normalizados de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas en el P.J. San Juan se encuentra dentro de este rango. Es importante destacar que este intervalo se encuentra en consonancia con el criterio de vulnerabilidad sísmica clasificado como "media", según la metodología empleada y detallada en la Tabla 9, la cual estableció que la vulnerabilidad media abarca desde 20 hasta 40.

Figura 203

Intervalo de confianza a partir de un nivel de significancia dado.



- Este resultado fortalece la confianza en la conclusión de que la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas en el P.J. San Juan pudo ser caracterizada como media, respaldando así la hipótesis inicial. La utilización de un intervalo de confianza del 95% aportó robustez estadística al análisis, ofreciendo una estimación precisa de la ubicación de la media poblacional en relación con los estándares de vulnerabilidad establecidos en la metodología.
- Además, la hipótesis nula fue rechazada, respaldando la afirmación inicial de que el P.J. San Juan enfrenta una amenaza y vulnerabilidad sísmica significativas, atribuibles a prácticas deficientes de autoconstrucción. Esta validación refuerza la relevancia de la investigación en la identificación y comprensión de los riesgos sísmicos, proporcionando una base sólida para futuras intervenciones y mejoras en la resiliencia de la comunidad ante eventos sísmicos de alta intensidad.

- Asimismo, la recolección de datos sísmicos, evaluación estructural y análisis detallado de las condiciones constructivas de las edificaciones respaldaron la hipótesis alternativa. La presencia de características como el uso de materiales no adecuados, deficiente confinamiento de muros, problemas de salitre y humedad, irregularidades estructurales y otras deficiencias constructivas confirmaron la alta amenaza y la vulnerabilidad sísmicas media.

4.2. DISCUSIONES

- La hipótesis inicial planteada fue aceptada, debido a que los resultados de la investigación mostraron que el P.J. San Juan se ubica en una zona de un nivel alto de amenaza sísmica y sus edificaciones presentan un grado de vulnerabilidad sísmica media a causa del deficiente proceso constructivo producto de la autoconstrucción y/o informalidad evidenciados, por ejemplo, en el uso de ladrillos pandereta en muros portantes, deficiente confinamiento de muros, problemas de salitre y humedad, irregularidades en planta y altura, cubiertas livianas de Eternit mal conectadas a la estructura, baja densidad de muros en uno de los ejes X o Y, estado de conservación deteriorado, etc.
- Según la Norma E.030 Diseño Sismorresistente vigente, el P.J. San Juan se ubica en la Zona Sísmica Z4, la cual, según la norma mencionada, es una zona de sismicidad alta, correspondiéndole una aceleración máxima horizontal igual a 0.45g en suelo rígido para un periodo de retorno de 475 años, lo cual confirma los resultados obtenidos del cálculo de peligro sísmico probabilístico mediante el programa CRISIS, donde se determinó una aceleración máxima horizontal igual a 0.44g en suelo rígido para el mismo periodo de retorno de 475 años con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.
- Según el estudio de Zonificación Sísmica -Geotécnica de la Ciudad de Chimbote elaborada por el Instituto Geofísico del Perú (2014), *“La ciudad de Chimbote se encuentra asentado sobre arenas pobremente gradadas, arenas y gravas con pocos finos, y de color que va de beige a marrón, siendo el suelo del tipo SP (clasificación SUCS). Además, la capacidad portante es baja (1-2 kg/cm²): Considera a suelos medianamente compactos y recomendables para la cimentación de viviendas de hasta dos pisos. Estos suelos están presentes en toda la zona urbana de la ciudad de Chimbote”*, lo cual confirma los resultados obtenidos del Estudio de Mecánica de Suelos realizado (Anexo 1), donde se determinaron dos zonas I y II. La Zona I está conformada, según la clasificación SUCS, por arena mal graduada (SP), en estado suelto y saturado, con napa freática localizado a la profundidad que varía de 1.10 a 2.20 m y capacidad portante a

3.00 m igual a $Q_{adm} = 1.13 \text{ kg/cm}^2$. En cambio, en la Zona II, las condiciones del suelo mejoran, ya que es semi compacto y ligeramente húmedo y capacidad portante a 1.50 m igual a $Q_{adm} = 1.57 \text{ Kg/cm}^2$.

- Según CAPECO (2018), “*en el Perú el 80% de viviendas son construcciones informales y de ese porcentaje, la mitad son altamente vulnerables a un terremoto de alta intensidad y en las zonas periféricas de las ciudades de la zona costera del país esta cifra llega al 90%*”, lo cual confirma los resultados obtenidos de la evaluación de vulnerabilidad sísmica, donde se determinó que, de las 740 edificaciones evaluadas, 327 (44.19%) tienen una vulnerabilidad sísmica media. A su vez, 192 edificaciones (25.95%) presenta una vulnerabilidad sísmica baja y 221 edificaciones (29.86%) presenta una vulnerabilidad sísmica alta; por lo tanto, las edificaciones de vulnerabilidad sísmica media-alta, representan aproximadamente el 75% del total de viviendas, lo cual es un valor cercano al estimado por CAPECO.
- Según Quesquén y Silva (2020), en su tesis “*ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO, ZONA ESTE (AV. SÁENZ PEÑA, AV. CASTAÑEDA IPARRAGUIRRE, AV. NICOLÁS DE PIÉROLA, AV. JORGE CHÁVEZ, Y AV. BOLOGNESI)*”, estimaron el riesgo sísmico de un grupo de edificaciones de la Ciudad de Chiclayo, zona este; comprendida en un cuadrante conformado por las avenidas: Sáenz Peña, Castañeda Iparraguirre, Nicolás de Piérola, Jorge Chávez, y Bolognesi. Para ello, analizaron los dos factores involucrados, el peligro y la vulnerabilidad sísmica desde la perspectiva de la sismología e ingeniería respectivamente. El peligro sísmico se abordó mediante el enfoque probabilístico a través de la caracterización de las fuentes y catálogos sísmicos, obteniendo como resultado que la aceleración máxima en roca en suelo firme fue 0.35g para un periodo de retorno de 475 años, un valor menor respecto al 0.45g que establece la norma E.030 (2020), lo cual difiere con el valor determinado en la presente investigación, donde se determinó que para un sismo raro o de diseño con periodo de retorno de 475 años la aceleración máxima en suelo firme o rígido en el P.J. San Juan fue de 0.44g, lo cual si se acerca al valor expuesto en la norma E.030 (2020). Asimismo, Quesquén y Silva (2020) evaluaron la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de los índices de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, obteniendo como resultado que el mayor porcentaje (57.20%) de las 2652 edificaciones evaluadas presentaron una vulnerabilidad media; sin embargo, analizaron separadamente que el 77.19% de las edificaciones de adobe tuvieron una vulnerabilidad alta y con respecto a las edificaciones de albañilería y

concreto armado presentaron una vulnerabilidad media de 64.54% y 52.50% respectivamente, esto difiere con los resultados obtenidos en la presente investigación, ya que solamente se encontraron viviendas construidas bajo el sistema de albañilería confinada, de las cuales predomina la vulnerabilidad media con el 44.19%, el 25.95% de viviendas presentaron una vulnerabilidad sísmica baja y a su vez, el 29.86% presentaron una vulnerabilidad sísmica alta. Finalmente Quesquén y Silva (2020) obtuvieron resultados del riesgo sísmico en la zona de estudio para un sismo raro o de diseño (periodo de retorno de 475 años) expresado en pérdidas económicas la cual ascendió a S/236'466,602.02 equivalente al 59.63% del valor total de las edificaciones, la cual difiere de la presente investigación donde en el escenario de sismo raro se producirían pérdidas de aproximadamente 82.47% del valor total de las edificaciones construidas, lo que equivale a S/ 99,214,784.70, esto debido a que en la presente investigación el número de edificaciones evaluadas fue menor (740) a diferencia de la tesis de Quesquén y Silva (2020) donde evaluaron 2652 edificaciones.

- Según Benites y Cenizario (2020), en su tesis titulada: “*EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO EN LAS VIVIENDAS INFORMALES DEL MERCADO LA PERLA DE CHIMBOTE*”, determinaron el riesgo sísmico en las construcciones informales del mercado La Perla de Chimbote, para ello estimaron el nivel del peligro sísmico mediante CRISIS 2007 y los daños que se producirían en las construcciones informales del mercado La Perla mediante el “Manual básico para la estimación del Riesgo” del INDECI la cual cotejaron con estudios de mecánica de suelos, obteniendo como resultado que para un sismo de periodo de retorno de 475 años la aceleración máxima en suelo firme para la ciudad de Chimbote – sector La Perla fue de 0.49g, lo cual es un valor cercano al determinado en la presente investigación, donde se determinó que para un sismo raro o de diseño con periodo de retorno de 475 años la aceleración máxima en suelo firme o rígido en el P.J. San Juan fue de 0.44g, Asimismo, Benites y Cenizario (2020) definieron que el tipo de suelo según SUCS en el Sector La Perla es SP-SM (Arena pobremente graduada con limo y grava) y la capacidad portante hallada en el suelo del mercado La Perla fue en promedio de 0.47 kg/cm², a diferencia de la presente investigación donde mediante la microzonificación sísmica realizada se determinaron dos zonas I y II conformada por tipo de suelos Arena mal Graduada (SP) variando en la profundidad de napa freática en la Zona I que varía de 1.10 a 2.20 m, y capacidad portante a 3.00 m igual a $Q_{adm} = 1.13 \text{ kg/cm}^2$ en la Zona I y capacidad portante

a 1.50 m igual a $Q_{adm} = 1.57 \text{ kg/cm}^2$ en la Zona II. Sin embargo, Benites y Cenizario (2020) no categorizaron el perfil de suelo de acuerdo con la Norma de Diseño Sismorresistente E.030 (2020) con el fin de realizar las equivalencias de la aceleración máxima horizontal (PGA) en dichos suelo hallado en el Sector la Perla, además que no realizaron la microzonificación sísmica del Sector La Perla, lo cual difiere con la presente investigación donde fue necesario realizar las equivalencias de la aceleración máxima horizontal (PGA) en los suelos determinados según el estudio de suelos de la presente investigación realizado en el P.J. San Juan, la cual está conformada por suelos tipo S2 (suelos intermedios) y tipo S3 (Suelos blandos), por lo que se determinó que, para un escenario de sismo raro o de diseño con periodo de retorno de 475 años, la aceleración máxima horizontal en suelo intermedio S2 es de 0.47g y que para un escenario de sismo raro o de diseño con periodo de retorno de 475 años, la aceleración máxima horizontal en suelo blando S3 es de 0.49g.

- Según Gilio y Quispe (2021), en su tesis titulada: “*EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DEL AA.HH. VILLA MAGISTERIAL I ETAPA, NUEVO CHIMBOTE – 2021*”, determinaron el grado de vulnerabilidad sísmica que presentan las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Villa Magisterial I Etapa, del distrito de Nuevo Chimbote, para ello caracterizaron y discriminaron los tipos de viviendas por el sistema estructural y evaluaron las estructuras de las viviendas autoconstruidas mediante la metodología Benedetti y Petrini. obteniendo como resultado que el 57.14% de las viviendas presentaban un índice de vulnerabilidad baja y el 42.86% de las viviendas presentaban un grado de vulnerabilidad media, lo cual difiere de los resultados de la presente investigación donde el 25.95% de viviendas presentaron una vulnerabilidad sísmica baja y el 44.19% tienen una vulnerabilidad sísmica media, y a su vez, el 29.86% presentaron una vulnerabilidad sísmica alta; estos resultados difieren debido a que en la investigación de Gillio y Quispe (2021) solo tuvieron como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica de viviendas de uno y dos niveles, pasando el control de derivas de entrepiso, por lo que era de esperarse menor porcentaje de viviendas vulnerables en dicha investigación, ya que mientras existan más niveles, las derivas irán en aumento debido a que existirá una mayor presencia de cargas muertas repartidas en toda la edificación, lo cual se relaciona con la presente investigación donde si se evaluaron a todas las viviendas sin importar el número de pisos.

- El aporte de la investigación radica en la originalidad del instrumento de recolección de datos perteneciente a la ficha de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones, ya que si bien fue diseñada a partir de la metodología de índices de vulnerabilidad propuesta por los investigadores italianos Benedetti-Petrini, fue adaptada a la realidad nacional en base a los criterios técnicos señalados en las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, a diferencia de investigaciones previas que no tuvieron en cuenta la normativa vigente de nuestro país.
- Asimismo, el aporte de la investigación radica en que la generación de la microzonificación sísmica del P.J. San Juan proporcionará una base sólida para la identificación de las áreas más susceptibles a eventos sísmicos. Esto no solo beneficiará a la población local en torno a los posibles proyectos de construcción que realicen, sino que también ofrece información valiosa para planificadores urbanos y autoridades locales al considerar medidas preventivas y de mitigación.
- Por otro lado, el aporte de la investigación radica en que la generación de los planos de niveles de vulnerabilidad y riesgo sísmico con su correspondiente análisis de pérdidas económicas para diferentes escenarios de sismos en el P.J. San Juan, proporcionará una base sólida para la planificación y asignación de recursos por parte de las autoridades competentes que serán destinados a fortalecer la recuperación económica de la comunidad y de las viviendas identificadas en mayor riesgo potencial frente a futuros eventos sísmicos de considerable magnitud.
- Una notable fortaleza de la presente investigación fue haber evaluado la vulnerabilidad sísmica de todas las edificaciones para uso de viviendas del P.J. San Juan, sin importar el número de pisos, permitiendo un conocimiento completo de este problema, a diferencia de investigaciones previas en la ciudad de Chimbote, donde solo evalúan un porcentaje del total de las viviendas.
- En cuanto a la debilidad de la investigación, esta fue la reticencia de ciertos residentes del P.J. San Juan para proporcionar datos estructurales y no estructurales de sus viviendas, debido a que no permitían el ingreso a las mismas con el fin de evaluarlas.

Capítulo V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Respecto al **objetivo general** de “*Analizar y evaluar el nivel de amenaza y grado de vulnerabilidad sísmica que tienen las edificaciones autoconstruidas pertenecientes al P.J. San Juan – Chimbote*”, se concluye que, de acuerdo a los resultados obtenidos, el P.J. San Juan se ubica en una zona de un nivel alto de amenaza sísmica y sus edificaciones presentan un grado de vulnerabilidad sísmica media-alta, confirmando nuestra hipótesis inicial que indicaba que “*Las edificaciones ubicadas en el P.J. San Juan de la Ciudad de Chimbote se encuentran actualmente en una zona de alta amenaza sísmica, asimismo presentando la mayoría de ellas, un alto grado de vulnerabilidad sísmica, debido a que su autoconstrucción no cumple con los requerimientos necesarios para un adecuado desempeño estructural ante un probable evento sísmico de alta intensidad*”.
- Respecto al **primer objetivo específico** de “*Determinar el nivel de amenaza sísmica existente en el P.J. San Juan, a partir del cálculo del peligro sísmico probabilístico mediante el programa CRISIS y realizar la microzonificación sísmica del P.J. San Juan mediante el Estudio de Mecánica de Suelos*”, se concluye que, de acuerdo al cálculo del peligro sísmico probabilístico mediante el programa CRISIS, el P.J. San Juan se encuentra en una zona de alta amenaza sísmica, debido a que para un sismo de periodo de retorno de 475 años (sismo raro o de diseño) la aceleración máxima horizontal en suelo rígido para el P.J. San Juan es de 0.44g con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años, confirmando los valores señalados por la Norma E.030 Diseño Sismorresistente (2020), ya que el P.J. San Juan se ubica en la Zona Sísmica Z4, la cual según la norma mencionada, es una zona de sismicidad alta). Asimismo, debido a que según el estudio de suelos realizado en la zona de estudio (Anexo 1) el P.J. San Juan (Zona Z4) está conformada por suelos tipo S2 (suelos intermedios) y tipo S3 (Suelos blandos), fue necesario realizar las equivalencias de la aceleración máxima horizontal (PGA) en dichos suelos por lo que se determinó que, para un escenario de sismo raro o de diseño con periodo de retorno de 475 años, la aceleración máxima horizontal en suelo intermedio S2 es de 0.47g con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años, además, para un escenario de sismo raro o de diseño con periodo de retorno de 475 años, la aceleración máxima horizontal en suelo blando S3 es de 0.49g con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

- Asimismo se realizó la microzonificación sísmica del P.J. San Juan mediante el Estudio de Mecánica de Suelos, clasificándola en dos zonas: Zona I, la cual está conformada por suelos tipo S3 (suelos intermedios según E.030), tipo de suelo según SUCS Arena mal Graduada (SP), hallándose en condición in situ suelto y saturado, napa freática localizado a la profundidad que varía de 1.10 a 2.20 m, capacidad portante a 3.00 m igual a $Q_{adm} = 1.13 \text{ kg/cm}^2$ y Zona II, la cual está conformada por suelos tipo S2 (suelos intermedios según E.030), tipo de suelo según SUCS Arena mal Graduada (SP), hallándose en condición in situ semi compacto y ligeramente húmedo, capacidad portante a 1.50 m igual a $Q_{adm} = 1.57 \text{ Kg/cm}^2$.
- Respecto al **segundo objetivo específico** de “*Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica que tienen las edificaciones autoconstruidas pertenecientes al P.J. San Juan, mediante la metodología Benedetti y Petrini considerando 11 parámetros para evaluar las edificaciones de la zona en estudio según un rango de categorización de la vulnerabilidad de baja, media y alta*”, se concluye que, de las 740 edificaciones evaluadas, 327 (44.19%) tienen una vulnerabilidad sísmica media. A su vez, 192 edificaciones (25.95%) presenta una vulnerabilidad sísmica baja y 221 edificaciones (29.86%) presenta una vulnerabilidad sísmica alta.
- Respecto al **tercer objetivo específico** de “*Determinar el riesgo sísmico mediante el nivel de daño que puedan sufrir las edificaciones a partir del cálculo del índice de daño, empleando funciones de vulnerabilidad y aceleraciones máximas esperadas para diferentes periodos de retorno*”, se concluye que en el escenario de sismo frecuente (periodo de retorno $T_r = 45$ años), predominan los niveles de riesgo sísmico moderado, considerable y fuerte debido a que se estima que el 28.38% % del total de las edificaciones sufrirían daño considerable, el 23.65% sufrirían daño moderado, y el 23.38% sufrirían daño fuerte. Asimismo, en el escenario de sismo ocasional (periodo de retorno $T_r = 75$ años), predominan los niveles de riesgo sísmico considerable y fuerte debido a que se estima que el 35.95% del total de las edificaciones sufrirían daño considerable, y el 32.16% sufrirían daño fuerte. Además, en el escenario de sismo raro (periodo de retorno $T_r = 475$ años), predominan los niveles de riesgo sísmico severo y colapso debido a que se estima que el 31.62% del total de las edificaciones sufrirían daño severo, y el 55.54% colapsaría. Por último, en el escenario de sismo muy raro (periodo de retorno $T_r = 970$ años), predominan el nivel de riesgo sísmico de colapso debido a que se estima que el 77.30% del total de las edificaciones colapsaría.

- Finalmente, respecto al **cuarto objetivo específico** de “*Estimar las pérdidas económicas probables para diversos escenarios de riesgo en la zona*”, se concluye que en el probable caso de ocurrir el escenario de sismo frecuente para un periodo de retorno $T_r=45$ años, se producirían pérdidas de aproximadamente 28.44% del valor total de las edificaciones construidas las cuales están valorizadas en S/ 120,297,547.45, por lo que las pérdidas económicas para este escenario equivalen a S/ 34,214,691.81. Además, para el probable caso de ocurrir el escenario de sismo ocasional para un periodo de retorno $T_r= 75$ años, se producirían pérdidas de aproximadamente 36.53% del valor total de las edificaciones construidas, lo que equivale a S/ 43,946,207.97. Asimismo, para el probable caso de ocurrir el escenario de sismo raro o de diseño para un periodo de retorno $T_r = 475$ años, se producirían pérdidas de aproximadamente 82.47% del valor total de las edificaciones construidas, lo que equivale a S/ 99,214,784.70. Por último, para el probable caso de ocurrir el escenario de sismo muy raro para un periodo de retorno $T_r = 970$ años, se producirían pérdidas de aproximadamente 92.63% del valor total de las edificaciones construidas, lo que equivale a S/ 111,433,212.34.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que en futuros proyectos de construcción en el P.J. San Juan, se tomen en cuenta la aplicación de los 11 parámetros de evaluación de vulnerabilidad sísmica propuestas por Benedetti y Petrini descritas en la presente investigación, procurando cumplir con las categorías “A” de cada parámetro ya que esto garantizará un adecuado comportamiento de la estructura ante un posterior evento sísmico. Asimismo, las construcciones que se realicen en la zona deberán de cumplir los lineamientos señalados en todas las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú (RNE).
- A partir de los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos (Anexo 1), se recomienda para las posibles edificaciones a realizarse en el área determinada como Zona I en la Microzonificación sísmica del P.J. San Juan elaborada en el presente trabajo, que se deberá realizar un mejoramiento de suelo en un espesor de 1.50 m, medidos a partir de la profundidad de cimentación de 1.00 m, esto a causa del tipo de suelo encontrado, el cual fue arena mal graduada de compacidad sueltas y de muy húmedas a saturadas por presencia de nivel freático, la cual se considera de baja calidad mecánica en general ya que dicha arenas cuando están sumergidas son proclives a experimentar asientos diferenciales de importancia, son muy susceptibles a los fenómenos telúricos que provocarían su densificación y podría reducirse a cero su resistencia al corte (licuefacción).

- Asimismo, el sistema recomendado para disipar rápidamente las presiones intersticiales originadas por el fenómeno de licuación será la instalación de un mejoramiento de suelos, dado al desarrollo superficial de la licuación, el cual será por medio de capas de grava instaladas a la profundidad conveniente. Este sistema implica la excavación hasta el nivel del suelo licuable en cada caso y la colocación del mejoramiento. Además, se recomienda para las construcciones en la Zona I, que el concreto a utilizar en toda estructura en contacto con el suelo de fundación, sea preparado con cemento Portland Tipo V, ya que el concreto debe estar hecho con un cemento que proporcione resistencia a los sulfatos.
- Se recomienda para futuras edificaciones a realizarse en el área determinada como Zona II en la Microzonificación sísmica del P.J. San Juan elaborada en el presente trabajo, que sus cimentaciones se ejecuten sobre el terreno conformado por arenas mal graduadas con limo de compacidad semi compacto, a la profundidad mínima de 1.50 m, asimismo se recomienda utilizar la capacidad portante más crítica que es por asentamiento, cuyo valor a esta profundidad es $Q_{adm}=1.57 \text{ kg/cm}^2$, ya que de acuerdo a los cálculos, a mayor profundidad de desplante de la cimentación existe mayor capacidad portante del terreno. Además, se recomienda el uso de cemento Tipo II o su similar (MS), para cualquier estructura de concreto usada en la obra en contacto con el suelo de cimentación, y que en la etapa constructiva se realice una compactación adecuada del suelo, para mejorar sus condiciones de compacidad.
- Se recomienda que en futuros proyectos de construcción en el P.J. San Juan, no emplear ladrillos tubulares o pandereta en la construcción de muros portantes. En este caso optar por el uso de ladrillo sólido o King Kong. Asimismo, se recomienda para las edificaciones existentes que presenten muros portantes hechos con ladrillos pandereta, reforzar dichos muros mediante la instalación de mallas de alambre galvanizado o electrosoldada en ambos lados de los muros, recubierta con mortero con el objetivo de evitar la trituración de los ladrillos pandereta en caso de sismo. Además, se puede reforzarlos mediante la aplicación de una capa de mortero reforzado con fibras o concreto sobre los muros existentes para mejorar la resistencia.
- Para prevenir que la humedad penetre en el interior de las viviendas desde el exterior, se recomienda aplicar un sellador impermeable en las paredes y los cimientos. Esto puede ser especialmente útil en áreas propensas a la humedad.

- Se recomienda para las viviendas que presenten techos o cubiertas livianas, procurar asegurarlos a los muros y vigas con anclajes metálicos o conectores para evitar que se desprendan o colapsen durante un sismo.
- Se recomienda a la población del P.J. San Juan, que sus viviendas se construyan con el apoyo de una supervisión técnica por ingenieros y/o arquitectos con el fin de garantizar que los procesos constructivos se realicen correctamente de acuerdo con el RNE.
- Se recomienda, a partir de las discusiones, realizar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales, tales como instituciones educativas, postas de salud y universidades, que se encuentran en el P.J. San Juan, empleando métodos mecánicos y de análisis detallados, para conocer a fondo el verdadero comportamiento estructural.
- Asimismo, se recomienda, a partir de las discusiones, realizar ensayos de penetración estándar (SPT) con el fin de determinar el actual potencial de licuefacción de suelos del P.J. San Juan.
- Finalmente, como parte de las medidas no estructurales, se recomienda a la Municipalidad Provincial del Santa llevar a cabo políticas públicas, concientización y promover el compromiso público mediante la realización de simulacros y capacitaciones sobre gestión de desastres y medidas de prevención para la mitigación del riesgo sísmico.

Capítulo VI

BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA

- Aceros Arequipa. (2023). *Manual de Construcción para Maestros de Obra*. Lima, Perú.
- Benedetti, D., & Petrini, V. (1984). *Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: Prioste di un método di valutazione*, Lindustria delle Costruzioni. Roma, Italia.
- Blog “La librería del Ingeniero”. (2019). *Criterios de Diseño Sísmico en Edificios*. Obtenido de: www.libreriaingeniero.com/2019/03/criterios-de-diseno-sismico-en-edificios.html.
- Bolt, B. (1981). *Terremotos*. Editorial Reverté. Barcelona, España.
- Bozzo & Barbat. (2000). *Diseño Sismorresistente de Edificios*. Editorial Reverté. Barcelona, España.
- CAPRA. (2014). *Tutorial de una Estimación de Riesgo Sísmico con la plataforma CAPRA-GIS*. Obtenido de: www.ecapra.org/es/topics/capra-gis.
- CENEPRED. (2016). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales*. NEVA STUDIO SAC. Obtenido de: www.cenepred.gob.pe.
- Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de desastres. (2012). *Estudio de Microzonificación Sísmica, mapa de Peligros múltiples y análisis de riesgo para la ciudad de Contumazá*. UNI. Lima, Perú.
- CERESIS. (1985). *Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS), Programa para la mitigación de los efectos de los terremotos en la región andina, Proyecto SISRA*. Lima, Perú.
- Constructivo. (2018). *CAPECO Perú presentó informe sobre el impacto de la informalidad en las construcciones en Perú*. Obtenido de: www.constructivo.com/actualidad/capeco-peru-presento-informe-sobre-el-impacto-de-la-informalidad-en-las-construcciones-en-Peru.
- Cornell, C. A. (1968). *Engineering seismic risk analysis*. Bulletin of the Seismological Society of America n°58.

- GSHAP (1999). *Global Seismic Hazard Assessment Map*. Programa de Evaluación Global de la Amenaza Sísmica.
- IGP. (2014). *Zonificación Sísmica -Geotécnica de la Ciudad de Chimbote*. Instituto Geofísico del Perú.
- IGP. (2016). *Reevaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú*. Instituto Geofísico del Perú.
- IGP. (2022). *Mapa Sísmico del Perú para el Periodo 1960-2022*. Instituto Geofísico del Perú.
- INDECI. (2012). *Emergencias más impactantes ocurridas en el Perú 1970 - 2002*. Compendio Estadístico del INDECI en la Preparación, Respuesta y Rehabilitación ante Emergencias y Desastres 2012.
- Kramer, S. (1996). *Geotechnical Earthquake Engineering*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. USA.
- Kuroiwa. (2016). *Manual para la reducción del riesgo sísmico de viviendas en el Perú. Focalizado en Viviendas de “material noble” (Albañilería) desarrolladas por autoconstrucción en los asentamientos humanos que rodean Lima Metropolitana*. Lima, Perú: Industrias Gráficas Ausangate S.A.C. Obtenido de www.vivienda.gob.pe.
- Marín, F. (2012). *Evaluación del riesgo sísmico del centro histórico de Huánuco*. Lima, Perú.
- Mena, U. (2002). *Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.
- MPS (2022). *Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Chimbote*. Municipalidad Provincial del Santa.
- Muñoz, A. (2020). *Comentarios a la Norma Peruana E.030 Diseño Sismorresistente*. Lima, Perú.
- Orbegozo, & Julca. (2008). *Riesgo sísmico en el Centro Histórico de Chiclayo*. Chiclayo, Perú.

- Quesquén, C., Silva, M. (2020). *“Estudio de riesgo sísmico, en la ciudad de Chiclayo, zona este (av. Sáenz Peña, av. Castañeda Iparraguirre, av. Nicolás de Piérola, av. Jorge Chávez, y av. Bolognesi)”*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú.
- Quispe, N. (2004). *Evaluación del riesgo Sísmico en la Ciudad de Ayacucho*. Lima, Perú.
- Sadigh, K., Egan, J., Makadisi, F., Youngs, R., & Chang, C. (1997). *Attenuation relationship for shallow crustal earthquakes based on california strong motion data*. Seismological Research Letters 68(1).
- San Bartolomé, Á. (1994). *Construcciones de albañilería: comportamiento sísmico y diseño estructural*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Dirección Académica de Investigación.
- San Bartolomé, Á. (2005). *Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Dirección Académica de Investigación.
- San Bartolomé, Á., Quiun, D., Araoz, T., & Velezmoro, J. (2011). *Reforzamiento de viviendas existentes hechas con ladrillos pandereta*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Dirección Académica de Investigación.
- Youngs, R., Chiou, S., Silva, W., & Humprey, J. (1997). *Strong ground motion attenuation relationships for subduction zone earthquakes*. Seismological Research Letters 68(1). 58– 73.

Capítulo VII

ANEXOS

ANEXO 1

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS) EN EL P.J. SAN JUAN, CHIMBOTE



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

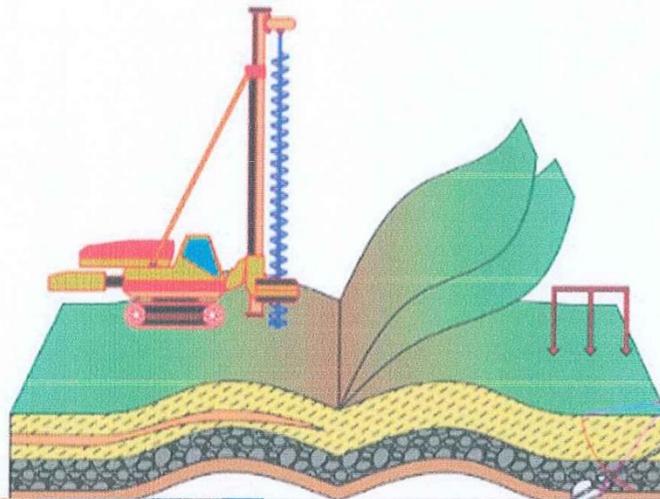
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS



TESIS:

"ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022"

UBICACIÓN : DISTRITO DE CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – REGION ANCASH

**TESISTA : RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDRE**

FECHA : JUNIO DEL 2023

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Psje 10, Mz C1- Lte 6, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash
Celular: 954877150 - 945417124
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.O.P.E. 195319
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Contenido

| | |
|---|----|
| 1.00 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS..... | 2 |
| 1.1. - Generalidades | 2 |
| 1.2.- Metodología y plan de trabajo..... | 3 |
| 1.3.- Plan de trabajo | 4 |
| 2.0.- Ubicación del área de estudio | 5 |
| 2.1.- CLIMA Y TEMPERATURA: | 7 |
| 3.0.- GEOLOGIA | 7 |
| 3.1. GEOMORFOLOGIA | 7 |
| 3.2- geología LOCAL:..... | 10 |
| 4.0.- geología regional:..... | 11 |
| 5.0.- TRABAJO DE CAMPO..... | 12 |
| 5.1.- Muestreo: | 12 |
| 6.0.- ENSAYOS DE LABORATORIO. - | 13 |
| 6.1.- Ensayos químicos de suelos | 13 |
| 7.0.- ENSAYOS ESTARDAR:..... | 13 |
| 8.0.- CLASIFICACION DE SUELO | 14 |
| 9.0.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO DE FUNDACION. -..... | 14 |
| 10.- AGRESIVIDAD DEL SUELO..... | 14 |
| 11.- DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN. | 16 |
| 12- DATOS GENERALES DE LA ZONA..... | 17 |
| 13.- EFECTO DE SISMO | 18 |
| 14.0.- INFORMACIÓN PREVIA PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE | 22 |
| 14.1 Del terreno a Investigar | 22 |
| 14.2 De la Obra a Cimentar: | 22 |
| 14.3 Datos generales de la zona..... | 23 |
| 14.4 De los terrenos colindantes:..... | 23 |
| 14.5 De las edificaciones adyacentes | 23 |
| 16.0 CALCULO DEL ANGULO DE FRICCION Según SCHMERTMANN para DPL :..... | 26 |
| 17.- CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE..... | 27 |
| 17.1.- Tipo y profundidad del cimiento..... | 27 |
| 17.2 CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE | 28 |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS**



| | |
|--|----|
| 18.0 PARAMETROS BASICOS DE SUELOS PARA EL CALCULO DE ASENTAMIENTOS..... | 37 |
| 19.0 - DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO..... | 43 |
| 20.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES TRAMO 01 ZONA DE C01, C-02 y C-03, DPL-01, DPL-02 y DPL-03..... | 45 |
| 20.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES TRAMO 02 ZONA DE C04, C-05 y C-06, DPL-04, DPL-05 y DPL-06..... | 48 |
| ANEXO | 54 |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO


Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



INFORME TECNICO

1.00 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.

1.1. - GENERALIDADES

Objetivos

El objetivo principal del presente estudio consiste en realizar el estudio de geotecnia y mecánica de suelos a nivel de perfil técnico para ficha simplificada, en el marco del desarrollo del Proyecto "ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022".

El estudio de suelos está orientado a determinar las características físico-mecánicas y químicas del suelo en las áreas donde se emplazará la obra, con el propósito de estimar su comportamiento, así como sus propiedades de esfuerzo y deformación, proporcionándose las condiciones mínimas, capacidad portante admisible, asentamientos diferenciales y las recomendaciones necesarias.

Para alcanzar el objetivo principal, se requiere alcanzar los siguientes objetivos secundarios:

- Elaboración de un estudio geológico que sirva de marco para las investigaciones geotécnicas.
- Ejecución de prospecciones geotécnicas de campo.
- Realización de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos químicos en suelos.
- Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo y los ensayos de laboratorio.
- Elaboración de los perfiles estratigráficos y establecimiento de las consideraciones geotécnicas.
- Elaboración de las recomendaciones técnicas y diseño estructural.

Los objetivos secundarios fueron alcanzados mediante la implementación de una metodología de estudio adecuada y la ejecución de un plan de trabajo, que guardaron correspondencia con los términos de referencia establecidos para el presente estudio.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Chimbote, Perú
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 203373 - INGENIERO CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



1.2.- Metodología y plan de trabajo.

Metodología

El conjunto de actividades de campo, laboratorio y gabinete contemplados en la ejecución de las investigaciones geotécnicas, ha sido implementado en tres fases:

a) Fase preliminar

Esta fase de trabajo estuvo programada para desarrollarse en un lapso de tres días, durante el cual se realizaron las siguientes actividades:

- Recopilación de información básica existente.
- Planeamiento de las distintas actividades de campo y laboratorio de mecánica de suelos, incluyendo el desplazamiento e instalación del personal técnico, equipos de laboratorio y el apoyo logístico correspondiente.

b) Fase de campo y ensayos de laboratorio

- Exploración de campo para el estudio geológico del área de estudio con fines geotécnicos.
- Programación de las actividades a ejecutarse por las brigadas de técnicos que realizaron las excavaciones de las calicatas y los ensayos D.P.L. en el área de estudio.

Clasificación visual manual de las muestras, Se tomaron muestras alteradas y disturbadas para su análisis en el laboratorio anotando en una libreta sus propiedades físicas observables para complementar los resultados que se obtengan en el laboratorio para los correspondientes ensayos de mecánica de suelos y químicos.

Los resultados tanto de laboratorio como de campo son plasmados en un perfil estratigráfico que representa la variabilidad de los suelos que conforman el terreno de fundación.

De los materiales encontrados en los diversos estratos (capas), se tomaron muestras selectivas en forma representativa, los cuales se colocaron en bolsas de polietileno (doble), las que fueron descritas e identificadas siguiendo la norma ASTM D-2488 "Practica Recomendable para la Descripción de Suelos", para posteriormente ser trasladados al laboratorio.

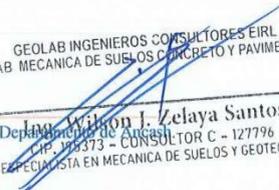
c) Fase de gabinete

Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo, ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos químicos.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.

INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO


Wilson I. Zelaya Santos
CIP. 198373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



- Elaboración de los perfiles geotécnicos representativos del suelo donde se emplazará la obra en mención. Asimismo, la presentación de las profundidades de las napas freáticas encontradas (en caso de presentarse), agresividad química de los suelos y otros parámetros físicos de suelo con fines de cimentación.
- Recomendaciones técnicas y diseño estructural de cimentación, consideraciones constructivas y sismoresistentes de las obras.
- Conclusiones y recomendaciones del estudio geotécnico.

1.3.- Plan de trabajo

a) Planteamiento del estudio

El planeamiento del estudio geotécnico, ha sido realizado como una parte del sistema interno de control de calidad. Esto incluyó:

- La definición del área del estudio.
- Identificación de las tareas de campo, laboratorio y gabinete a ser emprendidas, y los alcances de las mismas.
- Elaboración de metodologías para cada una de las actividades de campo, laboratorio y trabajos de gabinete.
- Establecimiento de la secuencia de actividades y la interdependencia de las mismas.
- Procedimientos de interpretación y discusión de los resultados de campo y laboratorio.
- Estimación de los recursos requeridos para el cumplimiento de cada una de las tareas, y determinación de las tareas críticas en cuanto al tiempo y recursos que demanden.

Para el estudio geotécnico, las actividades han sido agrupadas en dos frentes de trabajo:

- Frente de excavaciones de calicatas (3.00 m de profundidad promedio).

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 175373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



CUADRO 01 EXCAVACION DE CALICATAS

| CUADRO DE EXCAVACION DE CALICATAS | | | |
|-----------------------------------|-------------|--------------------|----------------|
| Calicata | Profundidad | Nivel freatico (m) | N° de Muestras |
| C-1 | 3,00 | 1,1 | 1 |
| C-2 | 3,00 | 2,2 | 1 |
| C-3 | 3,00 | 1,6 | 1 |
| C-4 | 3,00 | NP | 1 |
| C-5 | 3,00 | NP | 1 |
| C-6 | 3,00 | NP | 1 |

– Cuadro 02 Frente de técnicos que realizaron los sondeos con D.P.L.

| ENSAYOS | Profundidad (m) |
|----------|-----------------|
| DPL – 01 | 3.00 |
| DPL – 02 | 3.00 |
| DPL – 03 | 3.00 |
| DPL – 04 | 3.00 |
| DPL – 05 | 3.00 |
| DPL – 06 | 3.00 |

– (Frente de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos (granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, peso específico). También se incluyen los ensayos de laboratorio de química de suelos (contenido de sales solubles totales y pH).

El planteamiento del estudio ha sido basado en los mejores datos disponibles en la literatura técnica, normas y manuales técnicos, y la experiencia de los integrantes del equipo técnico.

b) Programa de actividades y recursos logísticos

La empresa, ha cumplido con los recursos humanos y logísticos ofrecidos en su propuesta técnica-económica, es decir, se ha mantenido el staff de ingenieros y personal técnico, así como los recursos logísticos ofrecidos y obrero en su totalidad.

2.0.- Ubicación del área de estudio

El presente proyecto se ejecutará en el Distrito de Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash, Región Ancash. Específicamente el proyecto comprende la construcción de "ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022"."

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash, Región Ancash.
 Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
 E-mail: wilze822@hotmail.com.
 INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



| Ensayo DPL | Latitud | Longitud |
|------------|--------------|---------------|
| DPL 1 | 9° 5'35.23"S | 78°33'50.24"O |
| DPL 2 | 9° 5'24.67"S | 78°33'46.70"O |
| DPL 3 | 9° 5'38.86"S | 78°33'44.79"O |
| DPL 4 | 9° 5'27.59"S | 78°33'37.45"O |
| DPL 5 | 9° 5'35.46"S | 78°33'30.60"O |
| DPL 6 | 9° 5'40.58"S | 78°33'37.74"O |

CUADRO 01 EXCAVACION DE CALICATAS

| CUADRO DE EXCAVACION DE CALICATAS | | | |
|-----------------------------------|-------------|--------------------|----------------|
| Calicata | Profundidad | Nivel freatico (m) | N° de Muestras |
| C-1 | 3,00 | 1,1 | 1 |
| C-2 | 3,00 | 2,2 | 1 |
| C-3 | 3,00 | 1,6 | 1 |
| C-4 | 3,00 | NP | 1 |
| C-5 | 3,00 | NP | 1 |
| C-6 | 3,00 | NP | 1 |

— Cuadro 02 Frente de técnicos que realizaron los sondeos con D.P.L.

| ENSAYOS | Profundidad (m) |
|----------|-----------------|
| DPL – 01 | 3.00 |
| DPL – 02 | 3.00 |
| DPL – 03 | 3.00 |
| DPL – 04 | 3.00 |
| DPL – 05 | 3.00 |
| DPL – 06 | 3.00 |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

 Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP: 195373 – CONSULTOR C – 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

— (Frente de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos (granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, peso específico). También se incluyen los ensayos de laboratorio de química de suelos (contenido de sales solubles totales y pH).

El planteamiento del estudio ha sido basado en los mejores datos disponibles en la literatura técnica, normas y manuales técnicos, y la experiencia de los integrantes del equipo técnico.

b) Programa de actividades y recursos logísticos

La empresa, ha cumplido con los recursos humanos y logísticos ofrecidos en su propuesta técnica-económica, es decir, se ha mantenido el staff de ingenieros y personal técnico, así como los recursos logísticos ofrecidos y obrero en su totalidad.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
 Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
 E-mail: wilze822@hotmail.com.
 INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION

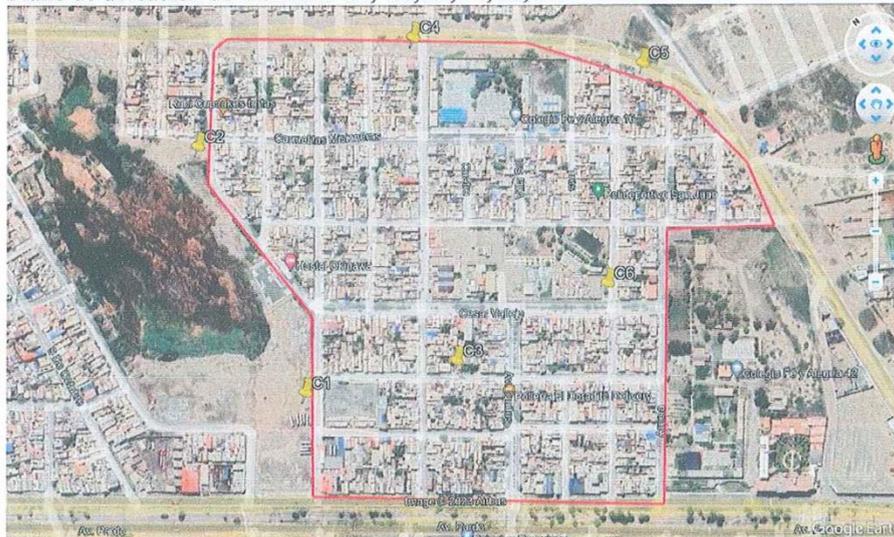


GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



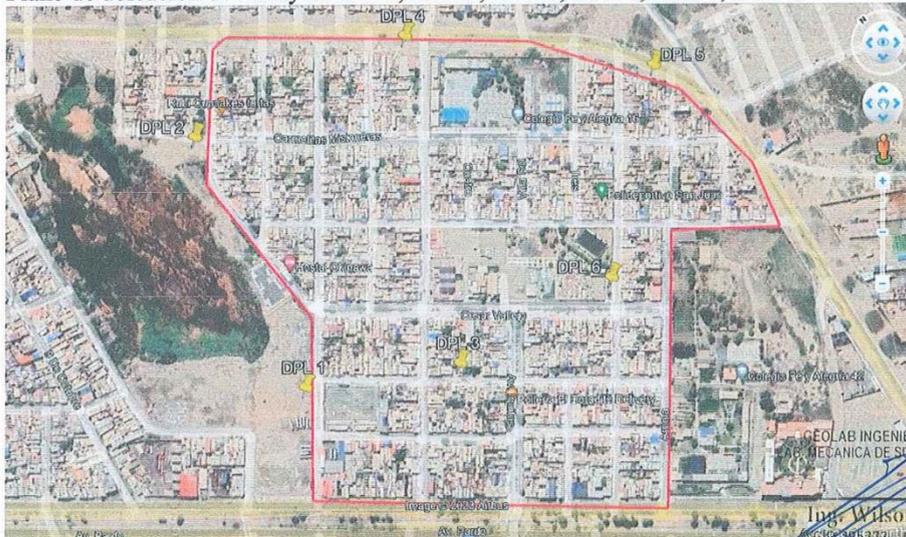
Plano de ubicación de Calicatas C1, C2, C3, C4, C5, C6:



Coordenadas Ubicación Calicatas

| Calicata | Latitud | Longitud |
|----------|--------------|---------------|
| C1 | 9° 5'35.47"S | 78°33'50.48"O |
| C2 | 9° 5'24.99"S | 78°33'46.93"O |
| C3 | 9° 5'38.81"S | 78°33'44.85"O |
| C4 | 9° 5'27.84"S | 78°33'37.16"O |
| C5 | 9° 5'35.15"S | 78°33'30.73"O |
| C6 | 9° 5'40.79"S | 78°33'37.96"O |

Plano de ubicación de Ensayos DPL 1, DPL 2, DPL 3, DPL 4, DPL 5, DPL 6:



Coordenadas Ubicación Ensayos DPL

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilson J. Zelaya Santos
INGENIERO CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

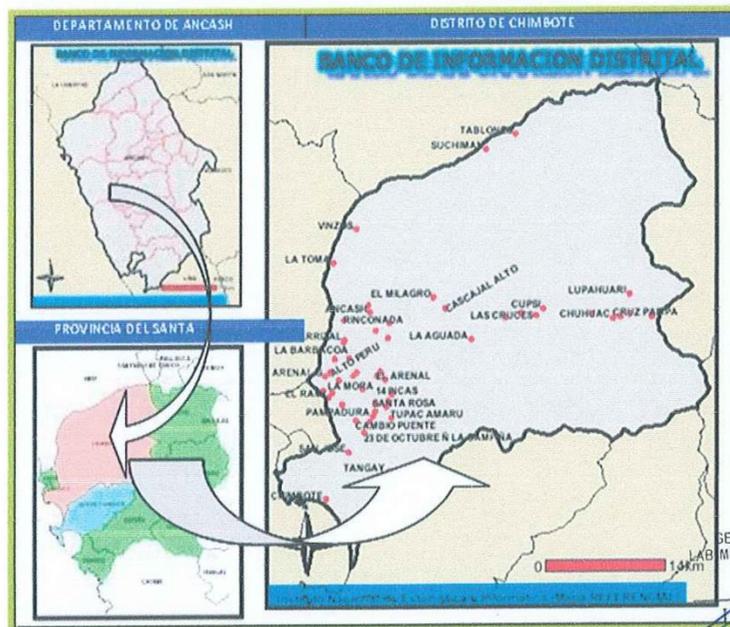
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



2.0.- Ubicación del área de estudio

El presente proyecto se ejecutará en el Distrito de Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash, Región Ancash. Específicamente el proyecto comprende la construcción de “ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022”.”

Ubicación del proyecto



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 PID. 195373 – CONSULTOR C – 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
 Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
 E-mail: wilze822@hotmail.com.
 INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



2.1.- CLIMA Y TEMPERATURA:

La Ciudad de Chimbote presenta un clima moderado. Las temperaturas en el área varían entre 23°C a 27°C en promedio durante los meses de verano (Noviembre a Abril) y a una temperatura promedio mínima de 14 °C durante los meses de invierno (Mayo a Octubre). El promedio de temperatura en verano es de 24°C y el promedio en invierno es de 19°C.

PRECIPITACION:

Muy raras veces llueve en la región y se sabe de décadas que transcurren sin ella. El régimen de lluvias en la cuenca es relativamente homogéneo, conteniendo en el año dos épocas definidas, una humedad correspondiente a los meses de verano y otra seca ocurriendo básicamente en los meses restantes se pueden considerar como transición entre estas épocas. Se ha observado que el mes de máximas precipitaciones en todas las estaciones analizadas es el mes de marzo y el de mínimas precipitaciones es el mes de Julio.

HUMEDAD ATMOSFÉRICA:

Como es normal para las zonas costeras, se considera que la ciudad de Chimbote está en una zona húmeda. El vapor de agua desempeña un rol importante en la evolución de los fenómenos atmosféricos y en las características fundamentales del clima. Una de las formas de expresar el contenido de vapor de agua del aire es por medio de la humedad relativa en las cuatro estaciones meteorológicas ubicadas en Chimbote. La humedad relativa media mensual histórica es de 73%

Se dispone de información de horas de sol en las estaciones del Puerto de Chimbote y Rinconada en las cuales se establece que el promedio de horas de brillo solar varía de 7 a 9 horas en los meses de verano y en los meses de invierno varía de 5 a 7 horas.

3.0.- GEOLOGIA.

3.1. GEOMORFOLOGIA

3.1.1 PRINCIPALES AGENTES MODELADORES

Dentro de los principales que han dado origen a las geofomas actuales, se tiene el agua y el viento como los que han jugado un papel muy importante. Las intensas lluvias que se producen en la región constanera después de largos periodos de sequía, origina grandes torrentes que descienden por las diversas quebradas, los materiales acarreados por dichos torrentes se han acumulado en las planicies bajas en formas de grandes abanicos.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

D.P. 145373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



3.1.2. UNIDADES GEOMORFOLOGICAS.

Las unidades geomorfológicas mayores son la faja costanera, los valles de la vertiente pacífica y las estribaciones de la cordillera occidental, dentro de las cuales se pueden identificar en la zona las siguientes unidades menores.

Cuadrángulo de Chimbote, los afloramientos de gabros y rocas asociados se encuentran en la Isla Blanca, cerro señal Taricay y cerro Tambo. Los afloramientos de gabros tienen coloraciones oscuras que se diferencian de las rocas adyacentes por su mayor resistencia a la erosión. En algunos casos tienen morfología resaltante, como el caso del Cerro Tortugas, Cerro Prieto, Cerro Samanco, etc.

Los componentes intrusivos iniciales del Batolito de la costa Varían en un rango desde gabro a diorita, según sus características petrográficas se han separado en los mapas geológicos respectivos cuerpos de gabro, diorita, microdiorita a diablia y un complejo de diques, cada uno de ellos tiene una forma y distribución espacial.

3.1.3 SUPER UNIDAD SANTA ROSA

El lado Oeste del Batolito está compuesto por un complejo muy variado de tonalita acida. Las características petrográficas y de campo de este complejo son muy similares a las del complejo de la región Chancay – Huaura (Cobbing y Pitcher, 1972). Ya que el complejo de la tonalita acida de la región de Casma representa claramente la continuación hacia el norte, del Complejo Tonalita Santa Rosa de Cobbing y Pitcher; Child R. (1976) prefiere mantener el nombre y sin embargo cambia la denominación de "Complejo" por la de "Super Unidad"

La súper unidad Santa Rosa es la más amplia de la unidad intrusiva que forman el Batolito cubriendo aproximadamente el 60 % del area total, correspondiente a las rocas intrusivas. Aflora en una extensa franja que va desde Chimbote en el Norte, hasta la quebrada Berna Puquio en el Sur (Culebras) y se prolonga más hacia el Sur a los Cuadrangulos adyacentes

3.1.4 DEPOSITOS CUATERNARIOS

La evidencia del levantamiento y erosión de la región se sustenta en la presencia de terrazas marinas levantadas, depósitos marinos recientes, terrazas aluviales levantadas, depósitos aluviales recientes, depósitos eólicos estabilizados y acumulaciones eólicas en actividad, etc.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Huancayo
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Daniel Wilze I. Zelaya Santos
CIP: 125473 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Todos estos depósitos fluvio-aluviales depósitos residuales y aun los deslizamientos constituyen la cobertura del material reciente que recubren gran parte del area de estudio y por simplificación de le ha agrupado como depósitos marinos, eólicos y aluviales.

3.1.5 DEPOSITOS MARINOS

Se encuentran distribuidos a lo largo del litoral, especialmente en las bahías y efirantes; consiste de arenas semiconsolidadas con estratificación sesgada, cuyos componentes son cuarzo de 1 a 3 milímetros, granos oscuros de rocas volcánicas finas en algunos casos con fragmentos de conchas en una matriz de arena gruesa. Los remanentes de depósitos marinos levantados en general se inclinan suavemente hacia el Oeste.

3.1.6 DEPOSITOS EOLICOS

Se pueden distinguir dos tipos de arenas eólicas; los montículos de arenas eólicas; los montículos de arena estabilizadas y depósitos de arena en movimiento o continua evolución.

Las arenas estabilizadas se observan al Este de la ciudad de Chimbote, al Sur de Samanco, etc.

Los procesos eólicos retrabajan rápidamente las arenas y cubren los depósitos de playas, estos últimos representan la fuente principal del material eólico que se transporta hacia el continente, El avance continuo de las arenas ha definido cuerpos alargados, longitudinales conocidos como médanos que avanzan hacia el continente sobre yaciendo a rocas cretáceas.

3.1.7 DEPOSITOS ALUVIALES

Como se observa en los mapas geológicos los depósitos aluviales son más abundantes en el cuadrángulo de Casma, en estrecha relación con la mayor extensión de rocas plutónicas, las cuales son más fácilmente erosionables, originando depósitos arenosos gruesos y limoarcillas

En los depósitos aluviales se incluyen la terrazas los rellenos de quebradas y valles, así como los depósitos recientes que constituyen las pampas o llanuras aluviales, las terrazas están formadas por gravas arenas y limos que en algunos casos sobreyacen directamente al basamento rocosos, en otros casos constituyen una secuencia gruesa de depósitos aluviales mal seleccionados con clastos de litologías diversas.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Chimbote
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



En general los depósitos aluviales son más gruesos a heterogéneos hacia el Este, en cambio hacia el Oeste son de fragmentometría más fina y características más homogéneas, por lo que son explotados como agregados y material de construcción.

3.2- GEOLOGÍA LOCAL:

La ciudad de Nuevo Chimbote y sus alrededores está enmarcada dentro de las siguientes geomorfologías:

- Unidad de playas.
- Unidad de pantano.
- Unidad de depósitos aluviales de Lacramarca.
- Unidad de colinas.
- Unidad de dunas.

c) Unidad de playas

Se ubica a lo largo de la costa de la bahía de Chimbote y Nuevo Chimbote, con un ancho promedio de 10 a 30 m. Está constituido de arenas gruesas, arenas finas y conchas marinas, con intercalaciones de arcillas en los laterales.

d) Unidad de pantanos

Limitada por la unidad de playas y ubicada dentro del gran abanico aluvial de Nuevo Chimbote, presentándose con nivel freático casi superficial y en las áreas distantes del cono aluvial a consecuencia de la crecida del río Lacramarca, cuyas aguas se infiltran y fluyen subterráneamente hacia el mar.

En épocas de ocurrencia del Fenómeno "El Niño", el área de pantanos aumenta de extensión superficial, provocando inestabilidades.

e) Unidad de depósitos aluviales del río Lacramarca

Se encuentra a lo largo del cono aluvial, ensanchándose cerca a la desembocadura del río Lacramarca en el Océano Pacífico. Los depósitos aluviales se extienden desde Chimbote hasta Nuevo Chimbote.

Dentro de esta unidad se encuentra el cauce fluvial del río Lacramarca, que en épocas de crecidas produce la erosión local y general del cauce e inundación de las planicies inundables, comprometiendo la seguridad de las obras de ingeniería emplazadas en el cauce y faja marginal del río.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 198173 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Dicha unidad está constituida de arenas, limos y gravas en profundidades de 5 m a 10 m. El nivel freático varía desde 0,00 m (pantano) hasta 1.50 m de profundidad (áreas limítrofes del abanico).

f) Unidad de colinas

Es parte de la vertiente andina, constituida de rocas graníticas cubiertas superficialmente con arenas eólicas, formando colinas suaves y onduladas cuyas pendientes varían de 3° a 10°, como se observa en el reservorio R-III y alrededores. En esta unidad se aprecian depósitos coluviales y proluviales, de granulometría heterométrica.

g) Unidad de dunas

Son depósitos eólicos ubicados en la margen derecha del río Lacramarca tienen un espesor de 10 m a 20 m aproximadamente.

4.0.- GEOLOGÍA REGIONAL:

Geológicamente, a nivel regional se han reconocido las siguientes unidades estratigráficas:

a) Cretáceo.-

Grupo Casma

Es una secuencia volcánica andesítica, conformada por lavas y brechas, de composición básicamente de andesita y porfírica que presentan fenocristales de plagioclasas anfíboles y en menor proporción piroxenos. También se observan alteraciones de tipo propilítico, cloritización y silicificación incipiente. En la ciudad de Chimbote el volcánico se encuentra expuesto principalmente en el extremo norte por los cerros Chimbote y Tambo Real, y en el extremo Sur-Este por los cerros Península y División.

La edad de los depósitos anteriores ha sido ubicada a fines del periodo jurásico y cretácico superior.

b) Intrusivos.-

Este segundo tipo de afloramiento existente en la zona se encuentra representado por formaciones de granodiorita, cuya coloración oscila entre gris oscuro y gris claro, su grano varía entre medio y grueso; teniendo su mejor exposición en el lado Este de la ciudad, en las colinas de las Pampas de Chimbote.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Chimbote
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



c) Cuaternario.-

Son los más predominantes en el área de estudio, formada por extensos depósitos la arena eólica, formando muchas veces colinas de poca elevación. Se nota la presencia de materiales aluvionales y fluviales formando depósitos a lo largo del lecho antiguo del Río Lacramarca, así como en el extremo Norte de la ciudad, conocidos como Cascajal, La Mora, etc. y están constituidos principalmente por los siguientes depósitos:

5.0.- TRABAJO DE CAMPO

DPL.

Se realizó ensayos de Penetración Dinámica Ligera en la zona donde se desarrollara el proyecto (DPL), el hincado se realizó al terreno natural, hasta una profundidad de 3.00 m. encontrándose material de compacidad medianamente compacto a denso, como se ve en el anexo.

El plano mostrando la ubicación de los sondeos efectuadas, se presenta en el Anexo.

- La relación resumida de las prospecciones realizadas así como los registros de excavaciones se incluyen en el Anexo.

5.1.- Muestreo: se tomaron muestras alteradas o disturbadas de cada estrato, las cuales fueron guardadas y selladas y enviadas al laboratorio, realizándose ensayos con fines de identificación y clasificación.

Registro de sondaje

Paralelamente al avance de las excavaciones de los sondeos, se realizó el registro de excavación vía clasificación manual visual según ASTM D2488, descubriéndose las principales características de los suelos encontrados tales como; espesor tipo de suelo, color, plasticidad, humedad, compacidad etc.

Una apropiada inferencia de los diferentes estratos constitutivos del subsuelo del lugar del emplazamiento de la obra.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 – CONSULTOR C – 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



6.0.- ENSAYOS DE LABORATORIO. -

Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos

Con las muestras alteradas obtenidas de los sondeos realizados, se han ejecutado los siguientes ensayos estándar: 06 ensayos de análisis granulométrico por tamizado, 06 ensayos de límite líquido y 06 límite plástico. Las muestras fueron ensayadas en el laboratorio de la empresa GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L., han sido clasificadas utilizando el Sistema Unificado de Clasificación (SUCS) y American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Los ensayos anteriormente mencionados se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos instalado en la ciudad de Nuevo Chimbote. Los ensayos fueron realizados de acuerdo a las

Norma Peruana E.050 de Mecánica de Suelos, American Society for Testing and Materials (ASTM), American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Los resultados de los ensayos de mecánica de suelos estándar se presentan en el Anexo.

6.1.- Ensayos químicos de suelos

Para estimar la agresividad de los suelos sobre estructuras, se han ejecutado los siguientes ensayos químicos sobre muestras de suelo obtenidas: 02 ensayos de contenido de sales solubles totales 02, ensayos para la determinación del pH (AASHTO-T289), 02 ensayos de Ion Cloruro de Ion Cloruro y 02 ensayos de Ion sulfato.

Los resultados de los ensayos químicos se presentan en el Anexo.

7.0.- ENSAYOS ESTANDAR: con las muestras representativas extraídas se realizaron los siguientes ensayos:

1. Análisis Granulométrico. ASTM D 422
2. Contenidos de Humedad. ASTM D 2216
3. Límites de Consistencia. ASTM D 4318
4. Clasificación de los suelos SUCS, ASTM D 2487
5. Peso Volumétrico. ASTM D 4254
6. Descripción visual de los suelos ASTM D 2487

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 12/7796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz.B LI. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.

INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Cuadro 03, Ensayos Estándar

| Calicata | Muestra | Granulometria% | | | Límites de Consistencia | | | Contenido de Humedad (%) | Clasificación SUCS | Clasificación AASHTO |
|----------|---------|----------------|-------|-------|-------------------------|------|----|--------------------------|--------------------|----------------------|
| | | Grava | Arena | Finos | LL | LP | IP | | | |
| C-1 | M-1 | 0,00 | 96,80 | 3,20 | N.L. | N.P. | - | 22,77 | SP | A - 3 |
| C-2 | M-1 | 0,00 | 95,60 | 4,40 | N.L. | N.P. | - | 19,46 | SP | A - 3 |
| C-3 | M-1 | 0,00 | 95,42 | 4,58 | N.L. | N.P. | - | 20,11 | SP | A - 3 |
| C-4 | M-1 | 0,00 | 95,42 | 4,58 | N.L. | N.P. | - | 0,99 | SP | A - 3 |
| C-5 | M-1 | 0,00 | 96,69 | 4,58 | N.L. | N.P. | - | 4,46 | SP | A - 3 |
| C-6 | M-1 | 0,00 | 96,38 | 4,58 | N.L. | N.P. | - | 6,31 | SP | A - 3 |

8.0.- CLASIFICACION DE SUELO

Las muestras ensayadas se han clasificado de acuerdo a American Association of State Highway Oficial (AASHTO) y al Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (SUCCS).

9.0.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO DE FUNDACION. -

De acuerdo al análisis efectuado de la estratigrafía del subsuelo y a los ensayos de laboratorio realizados, se concluye que el suelo natural más desfavorable encontrado en el área de estudio, es del tipo A -2-4 (0), está conformado por un material que presenta las siguientes características:

- Permeabilidad - Baja
- Expansión - Baja
- Valor como terreno de fundación - Malo
- Característica de Drenaje - Malo

10.- AGRESIVIDAD DEL SUELO.

Se ha verificado del ensayo de sales solubles, que el tipo de suelo encontrado presenta mayores porcentajes a los admisibles de sales solubles en suelos, se concluye que estas representan un problema y afectaran las estructuras debido a la agresividad de sales en el suelo.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP. 194373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Cuadro N° 04 Resultados De Análisis Químicos

| | | |
|--|--------|--------|
| SALES SOLUBLES TOTALES (NTP 339.152 / BS 1377-Part 3) | 14995 | p.p.m. |
| | 1,500 | % |
| SULFATOS SOLUBLES (NTP 339.178 / AASHTO T290) | 13785 | p.p.m. |
| | 1,379 | % |
| CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES (NTP 339.177 / AASHTO T291) | 1549 | p.p.m. |
| | 0,1549 | % |

Tabla 01 ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION

| PRESENCIA EN EL SUELO DE: | P.P.M. | GRADO DE ALTERACION | OBSERVACION |
|---------------------------|----------------|---------------------|---|
| SULFATOS | 0 – 1,000 | Leve | Ocasiona un ataque químico al Concreto de la cimentación. |
| | 1,000 – 2,000 | Moderado | |
| | 2,000 – 20,000 | Severo | |
| | > 20,000 | Muy severo | |
| CLORUROS | > 6,000 | Perjudicial | Ocasiona problemas de corrosión de armaduras y elementos metálicos. |
| SALES SOLUBLES TOTALES | > 15,000 | Perjudicial | Ocasiona problemas de pérdida de resistencia por lixiviación. |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 195373 - CONSULTOR C - 1/2796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



TABLA N° 2
TIPO DE CEMENTO REQUERIDO PARA EL CONCRETO EXPUESTO
AL ATAQUE DE LOS SULFATOS

| GRADO DE ATAQUE DE LOS SULFATOS | PORCENTAJE DE SULFATOS SOLUBLES (SO ₄) EN LA MUESTRA DE SUELO (%) | PARTES POR MILLON DE SULFATOS (SO ₄) EN AGUA (p.p.m.) | TIPO DE CEMENTO | RELACION AGUA/CEMENTO MAXIMA (concreto normal) |
|---------------------------------|---|---|-----------------|--|
| Despreciable | 0 a 0.10 | 0 a 150 | I | |
| Moderado | 0.10 a 0.20 | 150 a 1,500 | II | 0.50 |
| Agresivo | 0.20 a 2.00 | 1,500 a 10,000 | V | 0.45 |
| Muy Agresivo | > de 2.00 | > 10,000 | V + puzolana | 0.45 |

P.C.A. Asociación Cemento Portland

Tabla 03
TABLA 4.4
REQUISITOS PARA CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS

| Exposición a sulfatos | Sulfato soluble en agua (SO ₄) presente en el suelo, porcentaje en peso | Sulfato (SO ₄) en el agua, ppm | Tipo de Cemento | Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal* | f _c mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero* |
|-----------------------|---|--|---|---|---|
| Insignificante | 0,0 ≤ SO ₄ < 0,1 | 0 ≤ SO ₄ < 150 | — | — | — |
| Moderada** | 0,1 ≤ SO ₄ < 0,2 | 150 ≤ SO ₄ < 1500 | II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS) | 0,50 | 28 |
| Severa | 0,2 ≤ SO ₄ < 2,0 | 1500 ≤ SO ₄ < 10000 | V | 0,45 | 31 |
| Muy severa | 2,0 < SO ₄ | 10000 < SO ₄ | Tipo V más puzolana*** | 0,45 | 31 |

Fuente: NORMA E.060 CONCRETO ARMADO

11.- DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN.

De acuerdo a Seed, Woodward y Lundgren, establecieron la siguiente tabla de potencial de expansión determinada en laboratorio.

Cuadro 05, potencial de expansión

| INDICE DE PLASTICIDAD | POTENCIAL DE EXPANSION |
|-----------------------|------------------------|
| 0 -15 | BAJO |
| 15 -35 | MEDIO |
| 35 - 55 | ALTO |
| >55 | MUY ALTO |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Se ha estimado el potencial de expansión para cada uno de los puntos de investigación del área en estudio, según los ensayos realizados se desprende que hay presencia de suelos poco o nada expansibles.

12- DATOS GENERALES DE LA ZONA.

- a) **Geodinámica Externa.**– Respecto a este fenómeno lo que se puede anotar es que la zona en estudio se encuentra dentro de la región Media de Sismicidad en el Perú en la Zona 4 cuyo factor es $Z = 0.45$, el cual se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Como un antecedente relativamente cercano tenemos el terremoto del 31 de Mayo de 1970, el cual fue uno de los más catastróficos de la Historia, su epicentro fue localizado a 9.4° Latitud Sur y 79.3° Longitud Oeste, el cual produjo una aceleración de $0.24g$. La magnitud calculada fue de 7.5° en la escala de Richter, la cual fue menor al Sismo del 26 de febrero de 1619 que alcanzó 7.8° en la escala de Richter.

| ZONA | Z |
|------|------|
| 4 | 0,45 |
| 3 | 0,35 |
| 2 | 0,25 |
| 1 | 0,10 |

Fuente: Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" Del Reglamento Nacional De Edificaciones 2018.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



12.1.- Tectonismo

Esta región es considerada como un área de concentración sísmica caracterizada por movimientos con hipocentros entre 40 y 70 Km. de profundidad frente al litoral de Chimbote y en la falla de Cerro península en Samanco, con relación a los focos sísmicos indicados se estima que en 70 años se puede alcanzar una magnitud de 6.9 mb y una aceleración de 0.28g para condiciones medidas de cimentación en material blando.

13.- EFECTO DE SISMO

La zona de estudio corresponde al distrito de Chimbote en el departamento de Ancash, la cual se encuentra dentro de la zona 4 del mapa de zonificación sísmica del Perú de acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2018) como se puede observar en la figura 1.

En la figura 2 se muestra el mapa de distribución de máximas intensidades en el Perú. Las fuerzas sísmicas horizontales pueden calcularse de acuerdo a las normas de diseño sismorresistente según la siguiente relación:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

- Para la zona donde se cimentará, el suelo de cimentación es arena el cual tendrá los siguientes parámetros sísmicos: S es el factor Suelo con un valor de $S=1.10$, para un período predominante de $T_p= 1.00$ s, $T_L = 1.60$ s y Z es el factor de la zona 4 resultando $Z=0.45g$.

Para el análisis seudo estático se ha empleado una aceleración máxima de 0.42g, y según la literatura técnica internacional para la selección del coeficiente del análisis seudo estático se ha considerado la mitad de la aceleración máxima de la zona y cuyo valor es 0.21.

En la figura 3 se muestra los valores de isoaceleraciones para un periodo de retorno de 500 años y para una vida útil de 50 años, con una excedencia de 10%.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.I. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



FIGURA N° 1: Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2018)

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B L.I. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

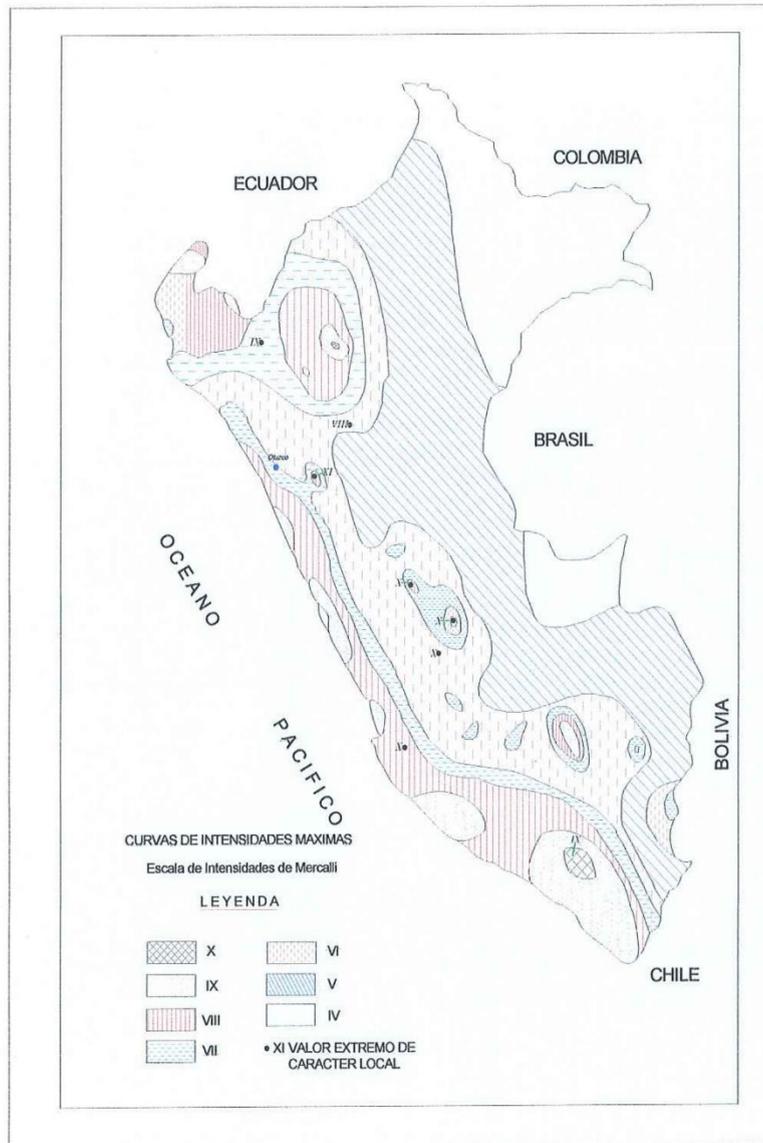


FIGURA N° 2: Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas (Alva et., al, 1984)

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



14.0.- INFORMACIÓN PREVIA PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

14.1 Del terreno a Investigar

- Plano de ubicación y accesos: Se adjunta Plano en Físico y Digital en el informe topográfico
- Plano de curvas de nivel: Se adjunta Plano en Físico y Digital en el informe topográfico
- Situación legal del terreno: Se remite Anotación de Inscripción de Independización la misma que contiene Linderos y Medidas Perimétricas del Predio y Memoria Descriptiva –SUNARP, en el expediente técnico.

14.2 De la Obra a Cimentar:

A) Características Generales del Proyecto:

El proyecto que se está planteando desarrollar es ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022

B) Movimientos de Tierra ejecutados y previsto en el Proyecto:

Los movimientos de tierras provistos en el Proyecto, son aquellos referidos a la excavación de la profundidad del nivel de fondo de cimentación, pues no se ha previsto la construcción de sótanos.

- C) Para los fines de la determinación del Programa de Exploración Mínimo (PM) del EMS (Ver sub numeral 15.3), las edificaciones son calificadas, según la Tabla 1, donde I, II, III y IV designan la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la exploración de suelos necesaria para cada tipo de edificación, siendo el I más exigente que el II, éste que el III y éste que el IV.

| DESCRIPCIÓN | DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS * (m) | NÚMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos) | | | |
|---|------------------------------------|---|-----------------|--------|------|
| | | ≤ 3 | 4 a 8 | 9 a 12 | > 12 |
| APORTICADA DE ACERO | < 12 | III | III | III | II |
| PÓRTICOS Y O MUROS DE CONCRETO | < 10 | III | III | II | I |
| MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA | < 12 | II | I | --- | --- |
| BASES DE MÁQUINAS Y SIMILARES | Cualquiera | I | --- | --- | --- |
| ESTRUCTURAS ESPECIALES | Cualquiera | I | I | I | I |
| OTRAS ESTRUCTURAS | Cualquiera | II | I | I | I |
| * Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior. | | | | | |
| TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES | ≤ 9 m de altura | II | > 9 m de altura | | |
| PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA | | III | | | |
| INSTALACIONES SANITARIAS DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN OBRAS URBANAS | | IV | | | |

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
 Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
 E-mail: wilze822@hotmail.com.
 INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP: 195373 – CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



14.3 Datos generales de la zona

- a) Usos anteriores: El terreno desde hace más de 25 años fue usado como campo deportivo
- b) No se evidencia la presencia de Construcciones antiguas u restos arqueológicos u obras semejantes que puedan afectar al EMS.

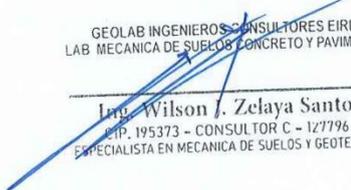
14.4 De los terrenos colindantes:

Existe evidencia de datos disponibles sobre EMS efectuados en terrenos colindantes a la zona donde las edificaciones fueron realizadas por medio de pilotajes con profundidades mínimas de 8 m.

14.5 De las edificaciones adyacentes

Las edificaciones adyacentes se ubican hacia los lados derecho e izquierdo de la fachada principal, las mismas que son de uno a tres pisos construidos con material noble, los cuales se encuentra de buen estado a regular estado de conservación.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO


Ing. Wilson J. Zelaya Santos
E.I.P. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



15.0 CALCULO DEL ANGULO DE FRICCION Según SCHMERTMANN para DPL 01:

A la profundidad antes indicada las cimentaciones se apoyarán sobre arenas mal gradadas de compacidad medianamente compacta, cuyas características principales están dadas por su Angulo de fricción interna, el cual depende del número de golpes N, de la prueba de Penetración Dinámica Ligera (DPL), correlacionado con el ensayo SPT.

SEGÚN SCHMERTMANN:

$$\phi = 24 + (4 * \ln(PI/b)) / 0.693$$

Donde.

PI, es la presión límite, que se obtiene de dividir la resistencia a penetración estática (qc) por 3, y a su vez esta resistencia se relaciona con N_{spt}, de forma que:

$$(\phi = n * N_{spt})$$

El factor n propuesto por Schmertmann en 1970, está en función del tamaño de grano. Los valores n se sitúan en torno a 2,5 para arenas ligeramente limosas, 2 para arenas limosas, así como 1,25 para limos arenosos:

El parámetro b se refiere al coeficiente propuesto por Müller (1970), tomando el valor de 2,5. Para limos arenosos, la fórmula del ángulo de rozamiento interno en función de N_{spt} quedaría:

$$\phi = 24 + 5,77 * \ln(0,1667 * N_{spt})$$

Donde, N es el número, corregido de golpes del DPL, correlacionado con el SPT.

$$\phi = 24 + 5,77 * \ln(0,1667 * 12)$$

Angulo de fricción interna $\phi = 28^\circ$

- ✓ A la luz de estos resultados el Consultor cree conveniente utilizar este valor como Angulo de fricción de diseño debido a:
- ✓ Ser el valor más desfavorable obtenido, perteneciente a suelos tipo SP, los cuales se encuentran en forma aleatoria en todo este tramo como se muestra en el perfil estratigráfico.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO


Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



16.0 CALCULO DEL ANGULO DE FRICCION Según SCHMERTMANN para DPL 02:

A la profundidad antes indicada las cimentaciones se apoyarán sobre arenas mal gradadas de compacidad medianamente compacta, cuyas características principales están dadas por su Angulo de fricción interna, el cual depende del número de golpes N, de la prueba de Penetración Dinámica Ligera (DPL), correlacionado con el ensayo SPT.

SEGÚN SCHMERTMANN:

$$\phi = 24 + (4 \cdot \ln(PI/b)) / 0.693$$

Donde.

PI, es la presión límite, que se obtiene de dividir la resistencia a penetración estática (qc) por 3, y a su vez esta resistencia se relaciona con N_{spt}, de forma que:

$$(\phi = n \cdot N_{spt})$$

El factor n propuesto por Schmertmann en 1970, está en función del tamaño de grano. Los valores n se sitúan en torno a 2,5 para arenas ligeramente limosas, 2 para arenas limosas, así como 1,25 para limos arenosos:

El parámetro b se refiere al coeficiente propuesto por Müller (1970), tomando el valor de 2.5. Para limos arenosos, la fórmula del ángulo de rozamiento interno en función de N_{spt} quedaría:

$$\phi = 24 + 5,77 \cdot \ln(0,1667 \cdot N_{spt})$$

Donde, N es el número, corregido de golpes del DPL, correlacionado con el SPT.

$$\phi = 24 + 5,77 \cdot \ln(0,1667 \cdot 14)$$

Angulo de fricción interna **$\phi = 28.68$**

- ✓ A la luz de estos resultados el Consultor cree conveniente utilizar este valor como Angulo de fricción de diseño debido a:
- ✓ Ser el valor más desfavorable obtenido, perteneciente a suelos tipo SP, los cuales se encuentran en forma aleatoria en todo este tramo como se muestra en el perfil estratigráfico.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 155373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



16.0 CALCULO DEL ANGULO DE FRICCION Según SCHMERTMANN para DPL 03:

A la profundidad antes indicada las cimentaciones se apoyarán sobre arenas mal gradadas de compacidad medianamente compacta, cuyas características principales están dadas por su Angulo de fricción interna, el cual depende del número de golpes N, de la prueba de Penetración Dinámica Ligera (DPL), correlacionado con el ensayo SPT.

SEGÚN SCHMERTMANN:

$$\phi = 24 + (4 * \ln(\text{PI}/b)) / 0.693$$

Donde.

PI, es la presión límite, que se obtiene de dividir la resistencia a penetración estática (q_c) por 3, y a su vez esta resistencia se relaciona con N_{spt} , de forma que:

$$(\phi = n * N_{spt})$$

El factor n propuesto por Schmertmann en 1970, está en función del tamaño de grano. Los valores n se sitúan en torno a 2,5 para arenas ligeramente limosas, 2 para arenas limosas, así como 1,25 para limos arenosos:

El parámetro b se refiere al coeficiente propuesto por Müller (1970), tomando el valor de 2,5. Para limos arenosos, la fórmula del ángulo de rozamiento interno en función de N_{spt} quedaría:

$$\phi = 24 + 5,77 * \ln(0,1667 * N_{spt})$$

Donde, N es el número, corregido de golpes del DPL, correlacionado con el SPT.

$$\phi = 24 + 5,77 * \ln(0,1667 * 17)$$

Angulo de fricción interna $\phi = 29.66^\circ$

- ✓ A la luz de estos resultados el Consultor cree conveniente utilizar este valor como Angulo de fricción de diseño debido a:
- ✓ Ser el valor más desfavorable obtenido, perteneciente a suelos tipo SP, los cuales se encuentran en forma aleatoria en todo este tramo como se muestra en el perfil estratigráfico.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 198273 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



16.0 CALCULO DEL ANGULO DE FRICCION Según SCHMERTMANN para DPL 04:

A la profundidad antes indicada las cimentaciones se apoyarán sobre arenas mal gradadas de compacidad medianamente compacta, cuyas características principales están dadas por su Angulo de fricción interna, el cual depende del número de golpes N, de la prueba de Penetración Dinámica Ligera (DPL), correlacionado con el ensayo SPT.

SEGÚN SCHMERTMANN:

$$\phi = 24 + (4 * \ln(PI/b)) / 0.693$$

Donde.

PI, es la presión límite, que se obtiene de dividir la resistencia a penetración estática (q_c) por 3, y a su vez esta resistencia se relaciona con N_{spt} , de forma que:

$$(\phi = n * N_{spt})$$

El factor n propuesto por Schmertmann en 1970, está en función del tamaño de grano. Los valores n se sitúan en torno a 2,5 para arenas ligeramente limosas, 2 para arenas limosas, así como 1,25 para limos arenosos:

El parámetro b se refiere al coeficiente propuesto por Müller (1970), tomando el valor de 2,5. Para limos arenosos, la fórmula del ángulo de rozamiento interno en función de N_{spt} quedaría:

$$\phi = 24 + 5,77 * \ln(0,1667 * N_{spt})$$

Donde, N es el número, corregido de golpes del DPL, correlacionado con el SPT.

$$\phi = 24 + 5,77 * \ln(0,1667 * 19)$$

Angulo de fricción interna $\phi = 30.65$

- ✓ A la luz de estos resultados el Consultor cree conveniente utilizar este valor como Angulo de fricción de diseño debido a:

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195273 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



16.0 CALCULO DEL ANGULO DE FRICCION Según SCHMERTMANN para DPL 05:

A la profundidad antes indicada las cimentaciones se apoyarán sobre arenas mal gradadas de compacidad medianamente compacta, cuyas características principales están dadas por su Angulo de fricción interna, el cual depende del número de golpes N, de la prueba de Penetración Dinámica Ligera (DPL), correlacionado con el ensayo SPT.

SEGÚN SCHMERTMANN:

$$\phi = 24 + (4 * \ln(PI/b)) / 0.693$$

Donde.

PI, es la presión límite, que se obtiene de dividir la resistencia a penetración estática (q_c) por 3, y a su vez esta resistencia se relaciona con N_{spt} , de forma que:

$$(\phi = n * N_{spt})$$

El factor n propuesto por Schmertmann en 1970, está en función del tamaño de grano. Los valores n se sitúan en torno a 2,5 para arenas ligeramente limosas, 2 para arenas limosas, así como 1,25 para limos arenosos:

El parámetro b se refiere al coeficiente propuesto por Müller (1970), tomando el valor de 2.5. Para limos arenosos, la fórmula del ángulo de rozamiento interno en función de N_{spt} quedaría:

$$\phi = 24 + 5,77 * \ln(0,1667 * N_{spt})$$

Donde, N es el número, corregido de golpes del DPL, correlacionado con el SPT.

$$\phi = 24 + 5,77 * \ln(0,1667 * 22)$$

Angulo de fricción interna $\phi = 31.50^\circ$

- ✓ A la luz de estos resultados el Consultor cree conveniente utilizar este valor como Angulo de fricción de diseño debido a:
- ✓ Ser el valor más desfavorable obtenido, perteneciente a suelos tipo SP, los cuales se encuentran en forma aleatoria en todo este tramo como se muestra en el perfil estratigráfico.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 198373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



16.0 CALCULO DEL ANGULO DE FRICCION Según SCHMERTMANN para DPL 06:

A la profundidad antes indicada las cimentaciones se apoyarán sobre arenas mal gradadas de compacidad medianamente compacta, cuyas características principales están dadas por su Angulo de fricción interna, el cual depende del número de golpes N, de la prueba de Penetración Dinámica Ligera (DPL), correlacionado con el ensayo SPT.

SEGÚN SCHMERTMANN:

$$\phi = 24 + (4 * \ln(PI/b)) / 0.693$$

Donde.

PI, es la presión límite, que se obtiene de dividir la resistencia a penetración estática (q_c) por 3, y a su vez esta resistencia se relaciona con N_{spt} , de forma que:

$$(\phi = n * N_{spt})$$

El factor n propuesto por Schmertmann en 1970, está en función del tamaño de grano. Los valores n se sitúan en torno a 2,5 para arenas ligeramente limosas, 2 para arenas limosas, así como 1,25 para limos arenosos:

El parámetro b se refiere al coeficiente propuesto por Müller (1970), tomando el valor de 2,5. Para limos arenosos, la fórmula del ángulo de rozamiento interno en función de N_{spt} quedaría:

$$\phi = 24 + 5,77 * \ln(0,1667 * N_{spt})$$

Donde, N es el número, corregido de golpes del DPL, correlacionado con el SPT.

$$\phi = 24 + 5,77 * \ln(0,1667 * 24)$$

Angulo de fricción interna $\phi = 32^\circ$

- ✓ A la luz de estos resultados el Consultor cree conveniente utilizar este valor como Angulo de fricción de diseño debido a:
- ✓ Ser el valor más desfavorable obtenido, perteneciente a suelos tipo SP, los cuales se encuentran en forma aleatoria en todo este tramo como se muestra en el perfil stratigráfico.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



17.1.- CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

En el análisis y cálculo de capacidad de carga se ha tenido en consideración las características encontradas del suelo de fundación, se tomó como referencia los resultados de las calicatas C-01, C-02, C-03, C-04, C-05 y C-06, y ensayo DPL-01, DPL - 02, DPL-03, DPL-04, DPL-05 y DPL-06.

La capacidad de carga última se ha determinado en base a la fórmula de la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones (2020) en el Artículo 20 (E.050).- Capacidad de carga, además para el cumplimiento de la NTE E .050, los factores de seguridad frente a una falla por corte serán:

$$F= 3; \text{Aplicable Para análisis estáticos}$$

17.2.- CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

a) FORMULA PARA HALLAR LA CAPACIDAD PORTANTE

-Fórmula Norma E.050 Suelos y Cimentaciones (2020):

Artículo 20 (E.050).- Capacidad de carga:

20.1. La capacidad de carga (q_d) es la presión última o de falla por corte del suelo y se determina utilizando las fórmulas aceptadas por la mecánica de suelos a partir de parámetros determinados mediante los ensayos in situ indicados en la Tabla 3 o los ensayos de laboratorio indicados en la Tabla 5.

20.2. En suelos cohesivos (arcilla, arcilla limosa y limo-arcilloso), se emplea un ángulo de fricción interna (ϕ) igual a cero.

$$q_d = s_c i_c N_c$$

20.3. En suelos friccionantes (gravas, arenas y gravas-arenosas), se emplea una cohesión (c) igual a cero.

$$q_d = i_q \gamma_1 D_f N_q + 0,5 s_\gamma i_\gamma \gamma_2 B' N_\gamma$$

20.4. Para las ecuaciones indicadas en los numerales 20.2 y 20.3 se tiene:

$$N_q = \varepsilon (\pi \tan \phi') \tan^2 \left[\left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) \right]$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1,4 \phi')$$

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{B}{L}$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\alpha^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$s_\gamma = 1 - 0,2 \frac{B}{L}$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\alpha^\circ}{\phi^\circ} \right)^2$$

Donde:

c = cohesión del suelo ubicado bajo la zapata.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
E.I.P. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.

Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640

E-mail: wilze822@hotmail.com.

INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



i_c = coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la cohesión.

i_q = coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la sobre carga (γD_f)

s_c = coeficiente de corrección por la forma de la cimentación correspondiente a la cohesión

s_f = coeficiente de corrección por la forma de la cimentación correspondiente a la fricción

i_v = coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la fricción

γ_1 = peso unitario volumétrico de suelo ubicado sobre el nivel de cimentación.

γ_2 = peso unitario volumétrico efectivo de suelo ubicado bajo el nivel de cimentación.

N_c = coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la cohesión = 5.14

N_q = coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la sobre carga (γD_f)

N_f = coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la fricción

B' = ancho del "área efectiva"

α° = ángulo en grados que hace la carga con la vertical.

Referencia: Bowles, Joseph E. (1996) Foundation Analysis and Design. New York: Mc Graw – Hill Book Co.

Artículo 21.- Factor de seguridad frente a una falla por corte

Los factores de seguridad mínimos que deben tener las cimentaciones son los siguientes:

21.1. Para cargas estáticas: 3,0

21.2. Para sollicitación máxima de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2,5

Artículo 22.- Presión admisible

22.1. La determinación de la Presión Admisible se efectúa tomando en cuenta los siguientes factores:

- Profundidad de cimentación.
- Dimensión de los elementos de la cimentación.
- Características físico – mecánicas de los suelos ubicados dentro de la zona activa de la cimentación.
- Ubicación del Nivel Freático, considerando su probable variación durante la vida útil de la edificación
- Probable modificación de las características físico – mecánicas de los suelos, como consecuencia de los cambios en el contenido de humedad.
- Asentamiento tolerable de la edificación

22.2. La presión admisible es la menor de la que se obtenga mediante:

22.2.1. La aplicación de las ecuaciones de capacidad de carga por corte afectada por el factor de seguridad correspondiente (Ver artículo 20).

22.2.2. La presión que cause el asentamiento admisible.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO


Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B LL 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.

INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



17.3 CAPACIDAD PORTANTE POR ANGULO DE FRICCION TRAMO 01, ABARCA ZONA DE LAS CALICATAS C01, C-02 y C-03, DPL-01, DPL-02 y DPL-03

Cuadro de Valores de Capacidad Portante para Zapatas Cuadradas

| COTA RELATIVA | DESPLANTE Df(m) | ANCHO B (m) | FACTORES POR N.E. | | q _a (kg/cm ²) | q _{adm} (kg/cm ²) | Detalle |
|---------------|-----------------|-------------|-------------------|------|--------------------------------------|--|-----------------|
| | | | W | W' | | | |
| -1,50 | 1,50 | 1,5 | 0,87 | 0,50 | 2,10 | 0,70 | Zapata Cuadrada |
| -1,50 | 1,50 | 2,0 | 0,87 | 0,50 | 2,14 | 0,71 | |
| -1,50 | 1,50 | 2,5 | 0,87 | 0,50 | 2,17 | 0,72 | |
| -1,50 | 1,50 | 3,0 | 0,87 | 0,50 | 2,21 | 0,74 | |
| -2,00 | 2,00 | 1,5 | 0,78 | 0,50 | 2,49 | 0,83 | |
| -2,00 | 2,00 | 2,0 | 0,78 | 0,50 | 2,53 | 0,84 | |
| -2,00 | 2,00 | 2,5 | 0,78 | 0,50 | 2,56 | 0,85 | |
| -2,00 | 2,00 | 3,0 | 0,78 | 0,50 | 2,60 | 0,87 | |
| -2,50 | 2,50 | 1,5 | 0,72 | 0,50 | 2,86 | 0,95 | |
| -2,50 | 2,50 | 2,0 | 0,72 | 0,50 | 2,90 | 0,97 | |
| -2,50 | 2,50 | 2,5 | 0,72 | 0,50 | 2,93 | 0,98 | |
| -2,50 | 2,50 | 3,0 | 0,72 | 0,50 | 2,97 | 0,99 | |
| -3,00 | 3,00 | 1,5 | 0,68 | 0,50 | 3,23 | 1,08 | |
| -3,00 | 3,00 | 2,0 | 0,68 | 0,50 | 3,26 | 1,09 | |
| -3,00 | 3,00 | 2,5 | 0,68 | 0,50 | 3,30 | 1,10 | |
| -3,00 | 3,00 | 3,0 | 0,68 | 0,50 | 3,33 | 1,11 | |

Cuadro de Valores de Capacidad Portante para Cimientos Corridos

| COTA RELATIVA | DESPLANTE Df(m) | ANCHO B (m) | FACTORES POR N.E. | | q _a (kg/cm ²) | q _{adm} (kg/cm ²) | Detalle |
|---------------|-----------------|-------------|-------------------|------|--------------------------------------|--|----------------------|
| | | | W | W' | | | |
| -1,50 | 1,50 | 1,0 | 0,87 | 0,50 | 2,11 | 0,70 | Cimiento Rectangular |
| -1,50 | 1,50 | 1,5 | 0,87 | 0,50 | 2,16 | 0,72 | |
| -1,50 | 1,50 | 2,0 | 0,87 | 0,50 | 2,21 | 0,74 | |
| -1,50 | 1,50 | 2,5 | 0,87 | 0,50 | 2,25 | 0,75 | |
| -2,00 | 2,00 | 1,0 | 0,78 | 0,50 | 2,50 | 0,83 | |
| -2,00 | 2,00 | 1,5 | 0,78 | 0,50 | 2,55 | 0,85 | |
| -2,00 | 2,00 | 2,0 | 0,78 | 0,50 | 2,60 | 0,87 | |
| -2,00 | 2,00 | 2,5 | 0,78 | 0,50 | 2,65 | 0,88 | |
| -2,50 | 2,50 | 1,0 | 0,72 | 0,50 | 2,88 | 0,96 | |
| -2,50 | 2,50 | 1,5 | 0,72 | 0,50 | 2,92 | 0,97 | |
| -2,50 | 2,50 | 2,0 | 0,72 | 0,50 | 2,97 | 0,99 | |
| -2,50 | 2,50 | 2,5 | 0,72 | 0,50 | 3,02 | 1,01 | |
| -3,00 | 3,00 | 1,0 | 0,68 | 0,50 | 3,25 | 1,08 | |
| -3,00 | 3,00 | 1,5 | 0,68 | 0,50 | 3,29 | 1,10 | |
| -3,00 | 3,00 | 2,0 | 0,68 | 0,50 | 3,34 | 1,11 | |
| -3,00 | 3,00 | 2,5 | 0,68 | 0,50 | 3,39 | 1,13 | |

17.4 FORMULA PARA HALLAR LA CAPACIDAD PORTANTE POR ASENTAMIENTO

Según Relación de Peck - Hanson - Thorburn

$$q_{ad} = Cw \times (0.04I) \times N \times \Delta H$$

Dónde:

Cw= Factor de corrección por posición de la Norma de Ingenieros Consultores E.I.R.L. LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

N= Numero de golpes del SPT

ΔH= Asentamiento diferencial

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIR 195373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



CAPACIDAD PORTANTE POR ENSAYO DE PENETRACION DIANICA LIGERA (DPL-01)

| DPL | Penetración (m) | Numero de Golpes/30 Cm | Compacidad Relativa(%) | Descripción | q _u (Kg/cm ²) | Terreno de Fundación | Clasificación SUCS |
|-----|-----------------|------------------------|------------------------|-------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------|
| 01 | 0,00 | 0,0 | | | | | |
| | 0,30 | 11,0 | 17,48 | SUELTA | 0,48 | MALO | SP |
| | 0,60 | 20,0 | 20,75 | SUELTA | 0,53 | MALO | SP |
| | 0,90 | 44,0 | 27,86 | SUELTA | 0,68 | MALO | SP |
| | 1,20 | 46,0 | 31,07 | SUELTA | 0,69 | MALO | SP |
| | 1,50 | 67,0 | 31,00 | SUELTA | 0,82 | MALO | SP |
| | 1,80 | 92,0 | 35,00 | SUELTA | 0,96 | MALO | SP |
| | 2,10 | 97,0 | 36,00 | MEDIA | 0,99 | MALO | SP |
| | 2,40 | 102,0 | 36,00 | MEDIA | 1,02 | REGULAR | SP |
| | 2,70 | 106,0 | 38,00 | MEDIA | 1,04 | REGULAR | SP |
| | 3,00 | 111,0 | 40,00 | MEDIA | 1,07 | REGULAR | SP |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195273 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



17.5 CAPACIDAD PORTANTE POR ANGULO DE FRICCION TRAMO 01, ABARCA ZONA DE LAS CALICATAS C-04, C-05 Y C-06, DPL-04, DPL-05, DPL-06

Cuadro de Valores de Capacidad Portante para Zapatas Cuadradas

| COTA RELATIVA | DESPLANTE Df (m) | ANCHO B (m) | FACTORES POR N.F. | | q _a (kg/cm ²) | q _{adm} (kg/cm ²) | Detalle |
|---------------|------------------|-------------|-------------------|------|--------------------------------------|--|-----------------|
| | | | W | W' | | | |
| -1,00 | 1,00 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 3,35 | 1,12 | Zapata Cuadrada |
| -1,00 | 1,00 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 3,76 | 1,25 | |
| -1,00 | 1,00 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 4,17 | 1,39 | |
| -1,00 | 1,00 | 3,0 | 1,00 | 1,00 | 4,99 | 1,66 | |
| -1,50 | 1,50 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 4,61 | 1,54 | |
| -1,50 | 1,50 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 5,02 | 1,67 | |
| -1,50 | 1,50 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 5,43 | 1,81 | |
| -1,50 | 1,50 | 3,0 | 1,00 | 1,00 | 6,26 | 2,09 | |
| -2,00 | 2,00 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 5,87 | 1,96 | |
| -2,00 | 2,00 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 6,28 | 2,09 | |
| -2,00 | 2,00 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 6,70 | 2,23 | |
| -2,00 | 2,00 | 3,0 | 1,00 | 1,00 | 7,52 | 2,51 | |
| -2,50 | 2,50 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 7,13 | 2,38 | |
| -2,50 | 2,50 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 7,55 | 2,52 | |
| -2,50 | 2,50 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 7,96 | 2,65 | |
| -2,50 | 2,50 | 3,0 | 1,00 | 1,00 | 8,78 | 2,93 | |

Cuadro de Valores de Capacidad Portante para Cimientos Corridos

| COTA RELATIVA | DESPLANTE Df (m) | ANCHO B (m) | FACTORES POR N.F. | | q _a (kg/cm ²) | q _{adm} (kg/cm ²) | Detalle |
|---------------|------------------|-------------|-------------------|------|--------------------------------------|--|----------------------|
| | | | W | W' | | | |
| -1,00 | 1,00 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 3,41 | 1,14 | Cimiento Rectangular |
| -1,00 | 1,00 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 3,96 | 1,32 | |
| -1,00 | 1,00 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 4,51 | 1,50 | |
| -1,00 | 1,00 | 2,5 | 1,00 | 1,00 | 5,05 | 1,68 | |
| -1,50 | 1,50 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 4,57 | 1,52 | |
| -1,50 | 1,50 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 5,11 | 1,70 | |
| -1,50 | 1,50 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 5,66 | 1,89 | |
| -1,50 | 1,50 | 2,5 | 1,00 | 1,00 | 6,21 | 2,07 | |
| -2,00 | 2,00 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 5,72 | 1,91 | |
| -2,00 | 2,00 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 6,27 | 2,09 | |
| -2,00 | 2,00 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 6,82 | 2,27 | |
| -2,00 | 2,00 | 2,5 | 1,00 | 1,00 | 7,37 | 2,46 | |
| -2,50 | 2,50 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 6,88 | 2,29 | |
| -2,50 | 2,50 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 7,43 | 2,48 | |
| -2,50 | 2,50 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 7,97 | 2,66 | |
| -2,50 | 2,50 | 2,5 | 1,00 | 1,00 | 8,52 | 2,84 | |

17.6 FORMULA PARA HALLAR LA CAPACIDAD PORTANTE POR ASENTAMIENTO

Según Relación de Peck - Hanson - Thorburn

$$q_{ad} = Cw \times (0.041) \times N \times \Delta H$$

Dónde:

Cw= Factor de corrección por posición de la Napa Freática

N= Numero de golpes del SPT

ΔH= Asentamiento diferencial

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilson J. Zélaya Santos
CIP: 195373 – CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



CAPACIDAD PORTANTE POR ENSAYO DE PENETRACION DIANICA LIGERA (DPL-04)

| DPL | Penetración (m) | Numero de Golpes/30 Cm | Compacidad Relativa(%) | Descripción | q_u (Kg/cm ²) | Terreno de Fundación | Clasificación SUCS |
|------|-----------------|------------------------|------------------------|-------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|
| 04 | 0,00 | 0,0 | | | | | |
| | 0,30 | 30,0 | 15,00 | MUY SUELTA | 0,62 | MALO | RELLENO |
| | 0,60 | 42,0 | 34,64 | SUELTA | 0,86 | MALO | RELLENO |
| | 0,90 | 31,0 | 33,83 | SUELTA | 0,64 | MALO | RELLENO |
| | 1,20 | 17,0 | 33,08 | SUELTA | 0,67 | MALO | SP |
| | 1,50 | 78,0 | 50,50 | MEDIA | 1,57 | BUENO | SP |
| | 1,80 | 81,0 | 50,99 | MEDIA | 1,60 | BUENO | SP |
| | 2,10 | 105,0 | 54,77 | MEDIA | 2,15 | BUENO | SP |
| | 2,40 | 113,0 | 55,98 | MEDIA | 2,32 | BUENO | SP |
| | 2,70 | 127,0 | 58,02 | MEDIA | 2,60 | BUENO | SP |
| 3,00 | 127,0 | 58,02 | MEDIA | 2,60 | BUENO | SP | |

17.1.- Tipo y profundidad del cimiento

De acuerdo a la descripción del perfil estratigráfico, auscultaciones con pruebas de Penetración Dinámica Ligera (DPL) y análisis efectuados, se recomienda:

TRAMO 1 zona de las calicatas – C-01, C-02 y C-03, DPL-01, DPL-02 y DPL-03

De acuerdo a la descripción del perfil estratigráfico, auscultaciones y análisis efectuados, se recomienda:

- **Los pórticos principales de máximo 1 nivel:** cimentado a través de platea de cimentación, teniendo una profundidad de desplante a partir de **2.50 m**, medido desde el nivel de terreno natural existente, previo mejoramiento de suelo.
- **Los pórticos principales de más de 2 niveles:** cimentado a través de pilotes fabricados in situ y/o excavados, la profundidad y el número de pilotes se verifique en el terreno, ya que la profundidad será definida por un estudio complementario mediante utilización del ensayo SPT

TRAMO 2 zona de las calicatas –C-04, C-05 y C-06 y ensayo DPL-04, DPL-05 y DPL-06

De acuerdo a la descripción del perfil estratigráfico, auscultaciones y análisis efectuados, se recomienda:

- **Los pórticos principales:** cimentado a través de zapatas conectadas, teniendo una profundidad de desplante a partir de **1.50 m**, medido desde el nivel de terreno natural existente.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP: 175373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B L.I. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
 Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
 E-mail: wilze822@hotmail.com.
 INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



18.0 PARAMETROS BASICOS DE SUELOS PARA EL CALCULO DE ASENTAMIENTOS

18.1 Coeficiente de Poisson.

Todo material incluyendo al suelo, cuando es sometido a esfuerzos sufre deformaciones. Si se sigue aumentando los esfuerzos se llegará a alcanzar un punto en el cual el material falla al no poder resistir un nuevo incremento de esfuerzos.

En ese punto de falla todo material reacciona de diferentes maneras, unos se desintegran y otros sólo se deforman. En el caso específico de los suelos que de naturaleza granular y que están compuestos de tres fases, presentan una amplia variedad de deformaciones muy características y la falla que se produce es mucho más compleja que cualquier otro tipo de material.

Los incrementos de esfuerzos a parte de la falla, también producen una deformación o combadura en las direcciones laterales en el sentido del eje X y el eje Y, siendo dichas deformaciones laterales correspondientes y la deformación vertical Z. a la relación entre las deformaciones laterales y la vertical directa ϵ_z es lo que se denomina módulo o coeficiente de Poisson. este coeficiente de Poisson se puede asumir mediante la Tabla N° 1401 planteada y que se pone a consideración, su valor depende del tipo de suelo.

Tabla N° 14

| Tipo de Suelo | Coeficiente de Poisson |
|--|------------------------|
| Arcillas y arenas sueltas debajo del N.F | 0.50 |
| Arcillas casi saturadas, encima del N.F | 0.40 |
| Arenas limosas húmedas (Dr = 50 a 90%) | 0.35 |
| Arenas secas, arcilla rígidas y rocas | 0.25 |

01 GAZETAS (1991) Planteo Tabla 4.01

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 C.R. 125373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



18.2.- Modulo de Elasticidad

El módulo de elasticidad del suelo, también se conoce como módulo del suelo o el módulo de Young, es una característica del suelo que mide cuánto se puede estirar o exprimir y se debe tomar en cuenta, sobre todo en proyectos de construcción, ingeniería y paisajismo. Varios factores influyen en módulos de suelo y diferentes tipos de suelo presentan diferentes módulos.

Factores que influncian el módulo del suelo

Suelo con partículas estrechamente empaquetadas tiende a tener un módulo más alto. Esto puede determinarse mirando la densidad o porosidad seca del suelo. Sin embargo, dos muestras de suelo pueden tener la misma densidad en seco pero diferentes estructuras, como suelta o densa, y por lo tanto tienen diferentes módulos.

El contenido de agua también afecta a los módulos. A bajos contenidos de agua el agua une las partículas, aumenta el estrés y la succión entre las partículas y da lugar a un alto módulo de suelo. Esto es especialmente evidente cuando se considera la rigidez de arcilla seca. Sin embargo, esto no es cierto para los suelos de grano grueso. Si el contenido de agua se eleva demasiado, las partículas son empujadas aparte y el módulo se reduce.

Si el suelo ha sido sometido a un estiramiento en el pasado, tendrá un impacto en el módulo. Un suelo consolidado tendrá generalmente un módulo más alto que en el mismo suelo normalmente consolidado.

Los suelos pueden ver cementación, o un efecto de cola, entre las partículas de cualquiera de bajo contenido de agua o la cementación química desarrollada en los contactos. Esta cementación conduce a un aumento en el módulo.

Módulo típico de varios suelos

El módulo típico de elasticidad de los suelos limosos es 35 a 150 MPa o 5.000 a 20.000 psi; suelos de arcilla es de 35 a 100 MPa o 5.000 a 15.000 psi, y de piedra triturada es de 150 a 300 MPa o 20.000 a 40.000 psi.

El Modulo de elasticidad se puede asumir mediante la Tabla N° 02 planteada y que se pone a consideración, su valor depende del tipo de suelo.

Tabla 04 CIMENTACIONES SUPERFICIALES - Dr. Jorge E. Alva Hurtado

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



| TIPO DE SUELO | Es (ton/m ²) | TIPO DE SUELO | μ (-) |
|----------------------|--------------------------|-------------------|------------|
| ARCILLA MUY BLANDA | 30 - 300 | ARCILLA: SATURADA | 0.4 - 0.5 |
| BLANDA | 200 - 400 | NO SATURADA | 0.1 - 0.3 |
| MEDIA | 450 - 900 | ARENOSA | 0.2 - 0.3 |
| DURA | 700 - 2000 | LIMO | 0.3 - 0.35 |
| ARCILLA ARENOSA | 3000 - 4250 | ARENA: DENSA | 0.2 - 0.4 |
| SUELOS GRACIARES | 1000 - 16000 | DE GRANO GRUESO | 0.15 |
| LOESS | 1500 - 6000 | DE GRANO FINO | 0.25 |
| ARENA LIMOSA | 500 - 2000 | ROCA | 0.1 - 0.4 |
| ARENA: SUELTA | 1000 - 2500 | LOESS | 0.1 - 0.3 |
| DENSA | 5000 - 10000 | HIELO | 0.36 |
| GRAVA ARENOSA: DENSA | 8000 - 20000 | CONCRETO | 0.15 |
| SUELTA | 5000 - 14 000 | | |
| ARCILLA ESQUISTOSA | 14000 - 140000 | | |
| LIMOS | 200 - 2000 | | |

| FORMA DE LA ZAPATA | VALORES DE L (cm) | | | |
|--------------------|-------------------|--------|------|--------------|
| | UBICACION | CENTRO | ESQ. | ALCANTARILLA |
| RECTANGULAR | L/B = 2 | 153 | 77 | 130 |
| | L/B = 5 | 210 | 105 | 183 |
| | L/B = 10 | 264 | 127 | 225 |
| CUADRADA | | 112 | 56 | 95 |
| CIRCULAR | | 100 | 64 | 85 |

FORMULAS : PARA ESTIMAR Es:

ARENAS: $Es = 50 (N + 15) \text{ ton/m}^2$

ARENA ARCILLOSA $Es = 30 (N + 5) \text{ ton/m}^2$

ARCILLAS SENSIBLES NORMALMENTE CONSOLIDADAS $Es = (125 - 250) \text{ qu}$

ARCILLAS POCO SENSIBLES $Es = 500 \text{ qu}$

N : SPT

q_u : COMPRESION SIMPLE (ton/m²)

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.

Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640

E-mail: wilze822@hotmail.com.

INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



18.3. RESUMEN DE CÁLCULO DE ASENTAMIENTO C01, C-02 y C-03, DPL-01, DPL-02 y DPL-03

Calculo de asentamiento cimentación cuadrada

| G.- ASENTAMIENTO (S _i) | | | | | |
|---|---------------------|---|-------|--------------------|---|
| Presión por carga admisible | q _{adm} | = | 1,11 | Kg/cm ² | |
| Relación de Poisson | μ | = | 0,30 | | |
| Módulo de Elasticidad | E _s | = | 105 | Kg/cm ² | |
| Asentamiento permisible | S _{i(max)} | = | 2,54 | cm | $S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$ |
| Ancho de la cimentación | B | = | 1,50 | m | |
| Factor de forma | I _f | = | 0,93 | m/m | |
| | | | | | |
| Asentamiento | S _i | = | 0,012 | m | $I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_z}$ |
| Asentamiento | S _i | = | 1,21 | cm | |
| Presión por carga | q _{adm} | = | 1,11 | Kg/cm ² | |
| Presión de carga asumida por asentamiento | q _{adm} | = | 1,00 | Kg/cm ² | |
| | S _i | = | 1,34 | cm | OK ! |
| | S _i | = | 1,21 | cm | OK ! |

Calculo de asentamiento cimentación rectangular

| G.- ASENTAMIENTO (S _i) | | | | | |
|---|---------------------|---|-------|--------------------|---|
| Presión por carga admisible | q _{adm} | = | 1,13 | Kg/cm ² | |
| Relación de Poisson | μ | = | 0,30 | | |
| Módulo de Elasticidad | E _s | = | 105 | Kg/cm ² | |
| Asentamiento permisible | S _{i(max)} | = | 2,54 | cm | $S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$ |
| Ancho de la cimentación | B | = | 1,00 | m | |
| Factor de forma | I _f | = | 0,67 | m/m | |
| | | | | | |
| Asentamiento | S _i | = | 0,007 | m | $I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_z}$ |
| Asentamiento | S _i | = | 0,70 | cm | |
| Presión por carga | q _{adm} | = | 1,13 | Kg/cm ² | |
| Presión de carga asumida por asentamiento | q _{adm} | = | 1,20 | Kg/cm ² | |
| | S _i | = | 0,66 | cm | OK ! |
| | S _i | = | 0,70 | cm | OK ! |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP: 295373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
 Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
 E-mail: wilze822@hotmail.com.
 INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



18.4. RESUMEN DE CÁLCULO DE ASENTAMIENTO C04, C-05 y C-06, DPL-04, DPL-05 y DPL-06

Calculo de asentamiento cimentación cuadrada

| G.- ASENTAMIENTO (S _i) | | | | | |
|---|--------------|---|-------|--------------------|---|
| Presión por carga admisible | q_{adm} | = | 1,54 | Kg/cm ² | |
| Relación de Poisson | μ | = | 0,30 | | |
| Módulo de Elasticidad | E_s | = | 220 | Kg/cm ² | |
| Asentamiento permisible | $S_{i(max)}$ | = | 2,54 | cm | $S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$ |
| Ancho de la cimentación | B | = | 1,00 | m | |
| Factor de forma | I_f | = | 0,93 | m/m | |
| Asentamiento | S_i | = | 0,006 | m | $I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_s}$ |
| Asentamiento | S_i | = | 0,62 | cm | |
| Presión por carga | q_{adm} | = | 1,54 | Kg/cm ² | |
| Presión de carga asumida por asentamiento | q_{adm} | = | 1,60 | Kg/cm ² | |
| | S_i | = | 0,59 | cm | OK ! |
| | S_i | = | 0,62 | cm | OK ! |

Calculo de asentamiento cimentación rectangular

| G.- ASENTAMIENTO (S _i) | | | | | |
|---|--------------|---|-------|--------------------|---|
| Presión por carga admisible | q_{adm} | = | 1,52 | Kg/cm ² | |
| Relación de Poisson | μ | = | 0,30 | | |
| Módulo de Elasticidad | E_s | = | 220 | Kg/cm ² | |
| Asentamiento permisible | $S_{i(max)}$ | = | 2,54 | cm | $S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$ |
| Ancho de la cimentación | B | = | 1,00 | m | |
| Factor de forma | I_f | = | 0,67 | m/m | |
| Asentamiento | S_i | = | 0,004 | m | $I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_s}$ |
| Asentamiento | S_i | = | 0,44 | cm | |
| Presión por carga | q_{adm} | = | 1,52 | Kg/cm ² | |
| Presión de carga asumida por asentamiento | q_{adm} | = | 1,60 | Kg/cm ² | |
| | S_i | = | 0,42 | cm | OK ! |
| | S_i | = | 0,44 | cm | OK ! |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



CONFORMACION DE RELLENOS.

Comprende el uso del material de préstamo para la conformación de rellenos controlados, de acuerdo a los niveles establecidos en los planos. Comprende el uso de material de préstamo para la conformación de relleno sobre el terreno perfilado y compactado.

En el caso de las zonas de estudio donde el material está conformado de Material de relleno no controlados (mezcla de arenas, limos restos de concreto, materia orgánica e inorgánica) se recomienda que estos se tendrán que reemplazar con material de préstamo, seleccionado de cantera.

TRATAMIENTO DEL RELLENOS

- En el caso de la zona de estudio se encuentran rellenos no controlados, por lo que se utilizara Materiales seleccionados: se tendrá que utilizar material granular de préstamo seleccionado de cantera de la clasificación AASHTO: A1-a (0), A1 -b (0) y/o A-2-4, debidamente compactado y/o todo tipo de suelo compactable con partículas no mayores de 7,5 cm (3"), con 30% o menos de material retenido en la malla $\frac{3}{4}$ ", con un contenido de material que pasa la malla 200 menor al 15%, sin finos plásticos y sin elementos distintos de los suelos naturales.
- El Material Seleccionado con el que se debe construir el Relleno Controlado deberá ser compactado de la siguiente manera:
- Si tiene más de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad mayor o igual del 90% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.
- Si tiene igual o menos de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad no menor del 95% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.
- En todos los casos deberán realizarse controles de compactación en todas las capas compactadas, a razón necesariamente, de un control por cada 250 m² con un mínimo de tres controles por capa. En áreas pequeñas (igual o menores a 250 m²) se aceptará un ensayo como mínimo. En cualquier caso, el espesor máximo a controlar será de 0,30 m de espesor.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



19.0 - DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

En base a los ensayos de campo se deduce la siguiente conformación:

La calicata Nº 01, Presenta nivel freático a la profundidad de 1.10 m, y está conformado por una capa 1.80 m, de espesor conformado por Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido, seguido de un primer estrato (M1), de 1.20 m de espesor, de material Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color gris oscuro con presencia de finos no plásticos, Condición in situ: suelto y saturado.

La calicata Nº 02, Presenta nivel freático a la profundidad de 2.20 m, y está conformado por una capa 2.00 m, de espesor conformado por Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido, seguido de un primer estrato (M1), de 1.00 m de espesor, de material Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color gris oscuro con presencia de finos no plásticos, Condición in situ: suelto y saturado.

La calicata Nº 03, presenta nivel freático a la profundidad de 1.60 m, y está conformado por una capa 0.50 m, de espesor conformado por Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido, seguido de un primer estrato (M1), de 2.50 m de espesor, de material Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color beige oscuro con presencia de finos no plásticos, Condición in situ: semi compacto y saturado.

La calicata Nº 04, no presenta nivel freático a la profundidad de 3.00 m, y está conformado por una capa 0.30 m, de espesor conformado por Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido, seguido de un primer estrato (M1), de 2.70 m de espesor, de material Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color beige oscuro con presencia de finos no plásticos, Condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP 20373 - CONSULTOR C - 12/796
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
DEPARTAMENTO DE ANCASH

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



La calicata Nº 05, no presenta nivel freático a la profundidad de 3.00 m, y está conformado por una capa 0.40 m, de espesor conformado por Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido, seguido de un primer estrato (M1), de 2.60 m de espesor, de material Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color beige oscuro con presencia de finos no plásticos, Condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo.

La calicata Nº 06, no presenta nivel freático a la profundidad de 3.00 m, y está conformado por una capa 0.60 m, de espesor conformado por Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido, seguido de un primer estrato (M1), de 2.40 m de espesor, de material Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color beige oscuro con presencia de finos no plásticos, Condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



20.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES TRAMO 01 ZONA DE C01, C-02 y C-03, DPL-01, DPL-02 y DPL-03

Basándose en los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, así como el análisis efectuado, se puede concluir lo siguiente:

- El suelo está conformado en todos los casos por depósitos de Material tipo relleno antrópico, mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido, seguido de un primer estrato de material Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color gris oscuro con presencia de finos no plásticos, Condición in situ: suelto y saturado.
- La napa freática se ha localizado a la profundidad que varía de 1.10 a 2.20 m.
- El perfil geotécnico descrito precedentemente se considera de baja calidad mecánica en general, las arenas mal graduadas de plasticidad nula, situados en la región explorada cuando están sumergidas son proclives a experimentar asientos diferenciales de importancia, son muy susceptibles a los fenómenos telúricos que provocarían su densificación y podría reducirse a cero su resistencia al corte (licuefacción).
- La capacidad portante a 3.00m, de profundidad para la zona de estudio tenemos:

| | |
|--|---------------------------|
| Por Capacidad admisible zapata cuadrada | : 1.11 kg/cm ² |
| Por Capacidad admisible cimiento rectangular | : 1.13 kg/cm ² |
| Por asentamiento DPL-01 | : 1.07 kg/cm ² |

11.2 Alternativa de Cimentación para edificaciones de 1 nivel

- Se recomienda utilizar el tipo de cimentación por medio de platea de cimentación, previo mejoramiento de suelos;
- Se recomienda por el tipo de suelo encontrado arena mal graduada de compacidad sueltas y de muy húmedas a saturadas por presencia de nivel freático, que se deberá realizar un mejoramiento de suelo en un espesor de 1.50 m, medidos a partir de la profundidad de cimentación de 1.00 m, esto para mejorar las condiciones de estabilidad de las estructuras a proyectar ya que el perfil geotécnico descrito precedentemente se considera de baja calidad mecánica en general, las arenas mal graduadas de plasticidad nula, situados en la zona explorada cuando están sumergidas son proclives a experimentar asientos diferenciales de importancia, son muy susceptibles a los fenómenos telúricos que

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.R. 184373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



provocarían su densificación y podría reducirse a cero su resistencia al corte (licuefacción).

- Para ello, el sistema recomendado para disipar rápidamente las presiones intersticiales originadas por el fenómeno de licuación, aplicado a estructuras especiales será la instalación de un mejoramiento de suelos, dado al desarrollo superficial de la licuación, el cual será por medio de capas de grava instalado a la profundidad conveniente. Este sistema implica la excavación hasta el nivel del suelo licuable en cada caso y la colocación del mejoramiento.
- La disposición de estos elementos drenantes se dispuso de acuerdo a los lugares donde era necesaria la rápida salida del agua para disipar las presiones intersticiales acumuladas en los estratos licuables.
- El mejoramiento de suelo será de la siguiente manera.
- CAPA 01: Consistente en piedra grande de textura afanítica, (calizas, andesitas o diabasas) de tamaño mínimo de 12", en un espesor de 0.80 m. que actuará como filtro dejando pasar el agua superficial para obtener su nivel sin afectar la estructura, esta capa deberá de ser densificado con equipo vibratorio.
- CAPA 02: Consistente en piedra mediana de tamaño máximo 2"- 4", en un espesor de 0.40 m. esta capa actuará como protector, rompiendo la ascensión capilar y evitando cualquier tipo de filtración que dañe la estructura esta capa deberá de ser densificado con equipo vibratorio.
- CAPA 03: consistente en un subcimiento de 0.30 m. de espesor de 1:8 de cemento hormigon con cemento tipo V, para evitar el ataque a los sulfatos, caso contrario usar forrado de plástico, a la futura cimentación, para así darle una mayor durabilidad a dicha estructura. Ver fig. 01
- De acuerdo al tipo de suelo encontrado conformado por suelos finos tipo arena mal graduadas sin finos plásticos, se recomienda usar entibados y apuntalado para la protección de las paredes y estructuras aledañas durante los trabajos de excavación.
- Se deberá de tener de sumo cuidado de no cimentar sobre material de relleno y siempre llegar al terreno natural materia del estudio.
- Por los resultados del ensayo químico en la zona, el concreto a utilizar en toda estructura en contacto con el suelo de fundación será preparado con cemento portland Tipo V, ya que el concreto debe estar hecho con un cemento que proporcione resistencia a los sulfatos y que tenga una relación agua-material cementante máxima y un f'c mínimo según la Tabla 4.4. de la NORMA E5000 CONCRETO ARMADO (detallada en el ítem VIII).

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lj. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Chimbote.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIB: 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



- Se recomienda realizar el bombeo del agua durante la ejecución de los trabajos, la evacuación del agua se realizará por medio de motobombas de 4" como mínimo, para que se pueda realizar los vaciados de concreto en las cimentaciones, esto por la existencia de nivel freático.
- Si existiera en alguna excavación a la profundidad de cimentación lentes de arcilla se tendrá que eliminar y reemplazar por material compactado con fino no plásticos.
- Se recomienda tomar un sismo base de diseño de intensidad VIII MM y adoptar aceleraciones entre 0.15 g a 0.30 g.
- Según norma E.030 se tienen los siguientes parámetros:

| CUADRO DE RESUMEN DE VALORES | | |
|------------------------------|------|-------------------------|
| Z= | 0,45 | Nuevo Chimbote (Zona 4) |
| S= | 1,10 | Suelos Blandos |
| Tp= | 1 | Perfil de Suelo S3 |
| Tl= | 1,6 | Perfil de Suelo S3 |

- Las conclusiones y recomendaciones solamente son para la zona en estudio.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL
 LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



20.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES TRAMO 02 ZONA DE C04, C-05 y C-06, DPL-04, DPL-05 y DPL-06.

- El suelo está conformado geomorfológicamente de una capa de Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido, seguido de un primer estrato de material Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color beige oscuro con presencia de finos no plásticos, Condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo.
- Hasta la máxima profundidad explorada no se detectó la presencia de Nivel freático.
- La capacidad portante para las calicatas se ha realizado en base al ángulo de fricción obtenido por el ensayo de corte Directo, señalamos que el tipo de suelo predominante a partir de los 0.50 m de profundidad es del tipo Arena mal graduada con limo (SP-SM). En resumen, se presenta el siguiente cuadro de la capacidad portante calculada para diferentes profundidades y diferentes anchos de cimentación:

Cuadro de Valores de Capacidad Portante para Zapatas Cuadradas

| COTA RELATIVA | DESPLANTE Df (m) | ANCHO B (m) | FACTORES POR N.F. | | q _a (kg/cm ²) | q _{adm} (kg/cm ²) | Detalle |
|---------------|------------------|-------------|-------------------|------|--------------------------------------|--|-----------------|
| | | | W | W' | | | |
| -1,00 | 1,00 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 3,35 | 1,12 | Zapata Cuadrada |
| -1,00 | 1,00 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 3,76 | 1,25 | |
| -1,00 | 1,00 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 4,17 | 1,39 | |
| -1,00 | 1,00 | 3,0 | 1,00 | 1,00 | 4,99 | 1,66 | |
| -1,50 | 1,50 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 4,61 | 1,54 | |
| -1,50 | 1,50 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 5,02 | 1,67 | |
| -1,50 | 1,50 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 5,43 | 1,81 | |
| -1,50 | 1,50 | 3,0 | 1,00 | 1,00 | 6,26 | 2,09 | |
| -2,00 | 2,00 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 5,87 | 1,96 | |
| -2,00 | 2,00 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 6,28 | 2,09 | |
| -2,00 | 2,00 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 6,70 | 2,23 | |
| -2,00 | 2,00 | 3,0 | 1,00 | 1,00 | 7,52 | 2,51 | |
| -2,50 | 2,50 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 7,13 | 2,38 | |
| -2,50 | 2,50 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 7,55 | 2,52 | |
| -2,50 | 2,50 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 7,96 | 2,65 | |
| -2,50 | 2,50 | 3,0 | 1,00 | 1,00 | 8,78 | 2,93 | |

Cuadro de Valores de Capacidad Portante para Cimiento Rectangular

| COTA RELATIVA | DESPLANTE Df (m) | ANCHO B (m) | FACTORES POR N.F. | | q _a (kg/cm ²) | q _{adm} (kg/cm ²) | Detalle |
|---------------|------------------|-------------|-------------------|------|--------------------------------------|--|----------------------|
| | | | W | W' | | | |
| -1,00 | 1,00 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 3,41 | 1,14 | Cimiento Rectangular |
| -1,00 | 1,00 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 3,96 | 1,32 | |
| -1,00 | 1,00 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 4,51 | 1,50 | |
| -1,00 | 1,00 | 2,5 | 1,00 | 1,00 | 5,05 | 1,68 | |
| -1,50 | 1,50 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 4,57 | 1,52 | |
| -1,50 | 1,50 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 5,11 | 1,70 | |
| -1,50 | 1,50 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 5,66 | 1,89 | |
| -1,50 | 1,50 | 2,5 | 1,00 | 1,00 | 6,21 | 2,07 | |
| -2,00 | 2,00 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 5,72 | 1,91 | |
| -2,00 | 2,00 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 6,27 | 2,09 | |
| -2,00 | 2,00 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 6,82 | 2,27 | |
| -2,00 | 2,00 | 2,5 | 1,00 | 1,00 | 7,37 | 2,46 | |
| -2,50 | 2,50 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 6,88 | 2,29 | |
| -2,50 | 2,50 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 7,43 | 2,48 | |
| -2,50 | 2,50 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 7,97 | 2,66 | |
| -2,50 | 2,50 | 2,5 | 1,00 | 1,00 | 8,52 | 2,84 | |

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lj. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 1985413 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNICA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Cuadro de Valores de Capacidad Portante por asentamiento

| DPL | Penetración (m) | Numero de Golpes/30 Cm | Compacidad Relativa(%) | Descripción | q _u (Kg/cm ²) | Terreno de Fundación | Clasificación SUCS |
|-----|-----------------|------------------------|------------------------|-------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------|
| 04 | 0,00 | 0,0 | | | | | |
| | 0,30 | 30,0 | 15,00 | MUY SUELTA | 0,62 | MALO | RELLENO |
| | 0,60 | 42,0 | 34,64 | SUELTA | 0,86 | MALO | RELLENO |
| | 0,90 | 31,0 | 33,83 | SUELTA | 0,64 | MALO | RELLENO |
| | 1,20 | 17,0 | 33,08 | SUELTA | 0,67 | MALO | SP |
| | 1,50 | 78,0 | 50,50 | MEDIA | 1,57 | BUENO | SP |
| | 1,80 | 81,0 | 50,99 | MEDIA | 1,60 | BUENO | SP |
| | 2,10 | 105,0 | 54,77 | MEDIA | 2,15 | BUENO | SP |
| | 2,40 | 113,0 | 55,98 | MEDIA | 2,32 | BUENO | SP |
| | 2,70 | 127,0 | 58,02 | MEDIA | 2,60 | BUENO | SP |
| | 3,00 | 127,0 | 58,02 | MEDIA | 2,60 | BUENO | SP |

Recomendaciones de Cimentación.

- Basado en los trabajos de campo, resultados de laboratorio, registros estratigráficos y característica de la estructura a construir, se recomienda cimentar sobre el terreno conformado por arenas mal graduadas con limo de compacidad semi compacto, a la profundidad mínima de 1.50 m.
- Por la importancia de la presente estructura se recomienda que esta debe ser cimentada en un estrato denso y estable por lo que se tendrá que eliminar los estratos blandos y material de relleno no controlado, luego compactar el fondo de cimentación al 95% de su máxima densidad seca del proctor modificado, seguido de un solado de 1:12 de cemento hormigón en un espesor de 4".
- Se recomienda utilizar la capacidad portante más crítica que es por asentamiento, Cuyo valor a esta profundidad de Q_{adm} = **1.57 Kg/cm²**., Por qué de acuerdo a los cálculos, a mayor profundidad de desplante de la cimentación existe mayor capacidad portante del terreno.
- Se recomienda utilizar el tipo de cimentación por medio de zapatas conectadas con vigas de cimentación, por el tipo de estructura proyectada y el terreno de cimentación encontrado.
- De acuerdo al tipo de suelo encontrado conformado por suelos finos tipo arenas mal graduada con presencia de finos no plásticos, en estado ligeramente húmedo y semi compacto, se recomienda que las excavaciones que se encuentren por debajo de la rasante del suelo y se produzcan por cortes, contarán con un talud de reposo natural que asegure la estabilidad y seguridad de no poner en riesgo al personal y las instalaciones adyacentes a la zona.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 195373 - CONSULTOR C - 12/7796
Especialista en Mecánica de Suelos y Geotecnia

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Chimbote
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVTMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



- Por los resultados de los ensayos químicos en suelo y como medida preventiva se recomienda el uso de cemento tipo II o su similar (MS), para cualquier estructura de concreto usada en la obra en contacto con el suelo de cimentación.
- Se recomienda en la etapa constructiva realizar una compactación adecuada del suelo, para mejorar sus condiciones de compacidad.
- En las zonas donde el material se encuentre contaminado con material de relleno no controlado y/o materia orgánica, se recomienda que estos se tendrán cortar en su totalidad luego reemplazar con material de préstamo, seleccionado de cantera de la clasificación AASHTO: A1-a (0), A1 -b (0) y/o A-2-4, debidamente compactado, con un porcentaje mínimo del 95% con respecto a su Proctor modificado.
- Se recomienda tomar un sismo base de diseño de intensidad VIII MM y adoptar aceleraciones entre 0.15 g a 0.30 g.
- Según norma E.030 se tienen los siguientes parámetros:

| CUADRO DE RESUMEN DE VALORES | | |
|------------------------------|------|-------------------------|
| Z= | 0,45 | Nuevo Chimbote (Zona 4) |
| S= | 1,05 | Suelos Intermedios |
| Tp= | 0,6 | Perfil de Suelo S2 |
| Tl= | 2 | Perfil de Suelo S2 |

- El material para la conformación de rellenos debe provenir prioritariamente del material de excavaciones para estructuras y de los excedentes de excavaciones de explanaciones, retirando las partículas mayores de 2", zarandeando el material y eliminando toda materia orgánica e inorgánica, en el caso de los estratos que están conformado de material de rellenos no controlados estos se tendrán que cortar hasta eliminar luego se tendrá que realizar los rellenos con material de préstamo teniendo como requisito que el Angulo de fricción del material de relleno no debe de ser inferior a $\phi = 30^\circ$ y presentar un CBR no menor al 10% al 100% de MDS y 0.1" de penetración, se deberá compactar el material al 95% de su máxima densidad seca del proctor modificado.
- Finalmente se acompaña perfiles del suelo, y vistas fotográficas de ensayos de campo que amplía el presente informe de verificación del suelo para cimentación exclusivamente para el proyecto.
- Las conclusiones y recomendaciones solamente son para la zona en estudio.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 DENTIFICACION 195373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Depto. de Tarma
 Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
 E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Tabla 303-1

Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular

| Tamiz | Porcentaje que Pasa en Peso | | | |
|-----------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Gradación A (1) | Gradación B | Gradación C | Gradación D |
| 50 mm (2") | 100 | 100 | --- | --- |
| 25 mm (1") | --- | 75 – 95 | 100 | 100 |
| 9.5 mm (3/8") | 30 – 65 | 40 – 75 | 50 – 85 | 60 – 100 |
| 4.75 mm (N° 4) | 25 – 55 | 30 – 60 | 35 – 65 | 50 – 85 |
| 2.0 mm (N° 10) | 15 – 40 | 20 – 45 | | 40 – 70 |
| 4.25 um (N° 40) | 8 – 20 | 15 – 30 | 15 – 30 | 25 – 45 |
| 75 um (N° 200) | 2 – 8 | 5 – 15 | 5 – 15 | 8 – 15 |

Fuente: ASTM D 1241

Sub-Base Granular

Requerimientos de Ensayos Especiales

| Ensayo | Norma MTC | Norma ASTM | Norma AASHTO | Requerimiento | |
|-----------------------------------|-----------|------------|--------------|---------------|-------------|
| | | | | < 3000 msnm | ≥ 3000 msnm |
| Abrasión | MTC E 207 | C 131 | T 96 | 50 % máx | 50 % máx |
| CBR (1) | MTC E 132 | D 1883 | T 193 | 40 % mín | 40 % mín |
| Límite Líquido | MTC E 110 | D 4318 | T 89 | 25% máx | 25% máx |
| Índice de Plasticidad | MTC E 111 | D 4318 | T 89 | 6% máx | 4% máx |
| Equivalente de Arena | MTC E 114 | D 2419 | T 176 | 25% mín | 35% mín |
| Sales Solubles | MTC E 219 | | | 1% máx. | 1% máx. |
| Partículas Chatas y Alargadas (2) | MTC E 211 | D 4791 | | 20% máx | 20% máx |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 109373 – CONSULTOR C – 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B L.I. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Tabla 305-1

Requerimientos Granulométricos para Base Granular

| Tamiz | Porcentaje que Pasa en Peso | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Gradación A | Gradación B | Gradación C | Gradación D |
| 50 mm (2") | 100 | 100 | --- | --- |
| 25 mm (1") | --- | 75 – 95 | 100 | 100 |
| 9.5 mm (3/8") | 30 – 65 | 40 – 75 | 50 – 85 | 60 – 100 |
| 4.75 mm (Nº 4) | 25 – 55 | 30 – 60 | 35 – 65 | 50 – 85 |
| 2.0 mm (Nº 10) | 15 – 40 | 20 – 45 | 25 – 50 | 40 – 70 |
| 4.25 um (Nº 40) | 8 – 20 | 15 – 30 | 15 – 30 | 25 – 45 |
| 75 um (Nº 200) | 2 – 8 | 5 – 15 | 5 – 15 | 8 – 15 |
| Valor Relativo de Soporte, CBR (1) | Tráfico Ligero y Medio | | | Mín 80% |
| | Tráfico Pesado | | | Mín 100% |

Tabla 305-2

Requerimientos Agregado Grueso

| Ensayo | Norma MTC | Norma ASTM | Norma AASHTO | Requerimientos | |
|--------------------------------------|-----------|------------|--------------|----------------------|-------------|
| | | | | Altitud | |
| | | | | < Menor de 3000 msnm | ≥ 3000 msnm |
| Partículas con una cara fracturada | MTC E 210 | D 5821 | | 80% mín. | 80% mín. |
| Partículas con dos caras fracturadas | MTC E 210 | D 5821 | | 40% mín. | 50% mín. |
| Abrasión Los Angeles | MTC E 207 | C 131 | T 96 | 40% máx | 40% máx |
| Partículas Chatas y Alargadas (1) | MTC E 221 | D 4791 | | 15% máx. | 15% máx. |
| Sales Solubles Totales | MTC E 219 | D 1888 | | 0.5% máx. | 0.5% máx. |
| Pérdida con Sulfato de Sodio | MTC E 209 | C 88 | T 104 | .- | 12% máx. |
| Pérdida con Sulfato de Magnesio | MTC E 209 | C 88 | T 104 | .- | 18% máx. |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.I.D. 193373 - CONSULTOR C - 127796

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Chimbote

Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640

E-mail: wilze822@hotmail.com.

INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Tabla 305-2

Requerimientos Agregado Fino

| Ensayo | Norma | Requerimientos | |
|------------------------|-----------|------------------|-----------------|
| | | < 3 000 m.s.n.m. | > 3 000 m.s.n.m |
| Índice Plástico | MTC E 111 | 4% máx. | 2% máx. |
| Equivalente de arena | MTC E 114 | 35% mín. | 45% mín. |
| Sales solubles totales | MTC E 219 | 0,55% máx. | 0,5% máx. |
| Índice de durabilidad | MTC E 214 | 35% mín. | 35% mín. |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



21.- EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN DE SUELOS

21.1. Artículo 38 (Norma E.050).- Licuación de suelos:

38.1 En suelos granulares y en algunos suelos granulares con finos cohesivos ubicados bajo la Napa Freática, las vibraciones de los sismos pueden generar el fenómeno denominado Licuación, el cual consiste en la pérdida momentánea de la resistencia al corte del suelo, como consecuencia del incremento de la presión de poros que se genera en el agua contenida en sus vacíos. Esta pérdida de resistencia al corte genera la ocurrencia de falla por asentamiento en las obras apoyadas en estos tipos de suelos y por el desplazamiento lateral de taludes y terraplenes.

38.2 Para que un suelo granular sea susceptible de licuar durante un sismo, debe presentar simultáneamente las características siguientes:

- a) Estar constituido por arena, arena limosa, arena arcillosa, limo arenoso no plástico o grava empacada en una matriz constituida por alguno de los materiales anteriores.
- b) Encontrarse sumergido.

38.3 En estos casos, el **PR** debe incluir en su **EMS** un análisis determinístico y probabilístico del Potencial de Licuación de la zona, (Ver numeral 38.5) e indicar la probabilidad de ocurrencia o no del fenómeno de Licuación.

| TABLA 13 CLASIFICACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN | |
|--|----------------|
| Licuación | PL |
| Alta | > 50% |
| Moderada | 10% < PL ≤ 50% |
| Baja | 5% < PL ≤ 10% |
| Muy baja | < 5% |

Ref.: Iwasaki (1984)

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
WJS
Ing. Wilson J. Zelaya Santos
E.I.P. 195373 - CONSULTOR C - 127196
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

21.2. Elevación de la Napa Freática en el P.J. San Juan:

Se refiere al incremento de la napa freática, debido a la infiltración en el subsuelo de las aguas del río Lacramarca y al descontrolado riego del Proyecto Chinecas. Las aguas subterráneas en su escurrimiento hacia el mar son retenidas por el estrechamiento de los drenes superficiales o por la obstrucción del asentamiento urbano, lo cual eleva la napa freática; en caso extremo forma los pantanos o "humedales" (A.H. Villa María, Zona Industrial 27 de Octubre, 3 cabezas, al Este de Laguna de San Juan y Vivero Forestal).

21.3. Formación de la Laguna San Juan:

El afloramiento de la napa freática en las depresiones topográficas ha represado las aguas formando lagunas cuyo nivel de agua es drenado superficialmente al mar (Vivero Forestal) o al río (Laguna PPAO, Villa María, al Sur de A.H. Villa España, etc.) En otros casos las lagunas tienen como fuente de abastecimiento las aguas superficiales como es el caso de la laguna de San Juan. Dichas lagunas constituyen peligro en la medida que no cuentan con control de la fuente de abastecimiento o del drenaje, donde cabe la probabilidad de inundación durante las crecientes del río Lacramarca, así como infiltraciones en el subsuelo de las edificaciones aledañas.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07. Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



21.4. Evaluación del potencial de licuación de los suelos en el P.J. San Juan:

Según Parra y Alva (1991) realizaron la evaluación del potencial de licuación de los suelos de Chimbote mediante el método simplificado, basado en el comportamiento del suelo en terremotos pasados. Este método consistió en comparar las condiciones de sitios en donde haya o no haya ocurrido licuación de suelos en sismos pasados, con las condiciones del sitio en estudio. Se comparó la relación de esfuerzos (esfuerzo cortante promedio actuante/esfuerzo vertical efectivo), con valores corregidos del ensayo de penetración.

Con algunos de los sondeos recopilados y todos los sondeos realizados en este estudio, se efectuó el análisis simplificado de licuación en Chimbote. En cada sondeo se aplicó el método de Seed e Idriss; Tokimatsu y Yoshimi e Iwasaki y Tatsuoka para sismos con 0.15 y 0.30 g de aceleración máxima y magnitud M_s de 7.5.

Obtuvieron que para el sismo con aceleración máxima de 0.15 g y magnitud de $M_s=7.5$, se producirá el fenómeno de licuación en el P.J. San Juan, Urb. Trapecio, Barrio Magisterial y parte de Miraflores 2ª zona. Alto Perú, Zona de Reubicación, Miraflores Alto, Miraflores 1ª y 3ª zona y en parte de Florida Baja. Estos lugares se ubican en el depósito aluvial del río Lacramarca. El subsuelo está constituido por una capa delgada superficial (limos y arcillas) que suprayace arenas sueltas que aumentan de compacidad con la profundidad y que tienen estratos delgados de arcillas. El nivel freático es superficial. Estos lugares se ubican sobre arenas eólicas sueltas en la superficie, que aumentan de densidad en profundidad. El nivel freático se encuentra entre 1.50 y 2.00 metros.

Asimismo, según el Mapa De Peligros Y Plan De Usos Del Suelo De La Ciudad De Chimbote (INADUR, 2000), La laguna San Juan se encuentra ubicado al Sur de la ciudad de Chimbote. Tiene una extensión de 10.60 has., y está ubicado en el A.H. Miraflores Alto, entre las Avenidas José Pardo y Camino Real, y el Jr. Micaela Bastidas. El sector comprende parte de los A.A.HH. 3 Estrellas, Villa España, Miraflores Alto y San Juan (Fig. 1).

Se forma por la depresión considerable del terreno y el afloramiento de la napa freática alta, alimentado por la permanente presión de las aguas residuales del riego. Hay existencia de puntos donde se arroja el desmonte y la basura con olores nauseabundos (Fig. 2).

Se encuentra expuesto al impacto de la acción sísmica que provoca problemas de resistencia de suelos por presentar una elevada probabilidad de licuación, y también a las inundaciones causadas por colapso de drenes.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.

Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640

E-mail: wilze822@hotmail.com.

INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

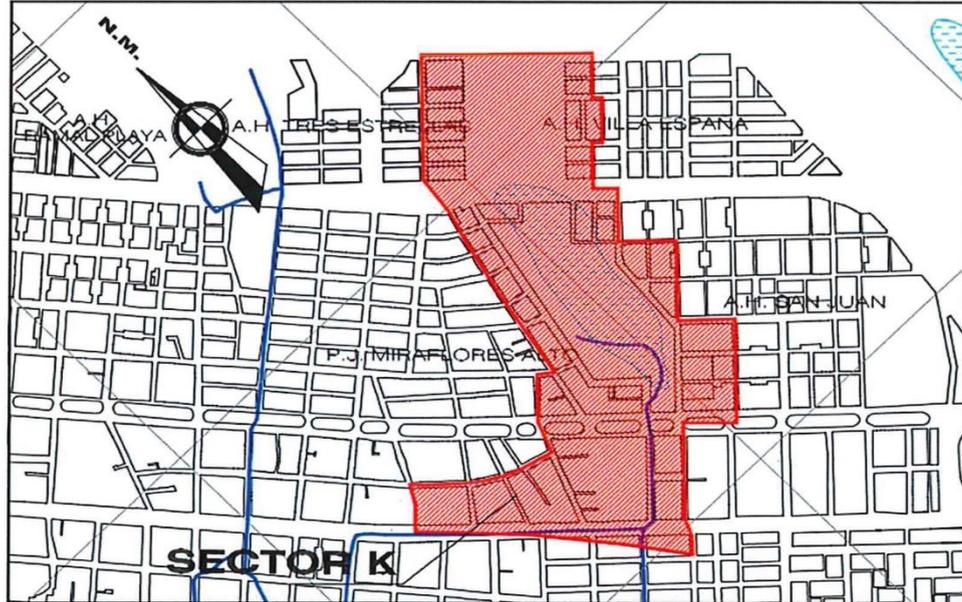


Fig. 1: Zona de Efecto de potencial de licuación de los suelos en el P.J. San Juan.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.P. 395373 - CONSULTOR C. - 127786
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



Fig. 2: Estado actual del humedal de la Laguna San Juan en el P.J. San Juan.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



ANEXO

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



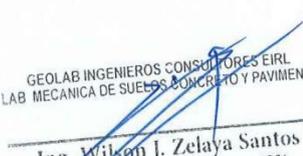
GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



ANEXO ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERA (DPL)

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO


Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195273 - CONSULTOR C - 12/1796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



INFORME

**REGISTRO DE AUSCULTACIÓN
PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA - DPL**

TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022

TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE

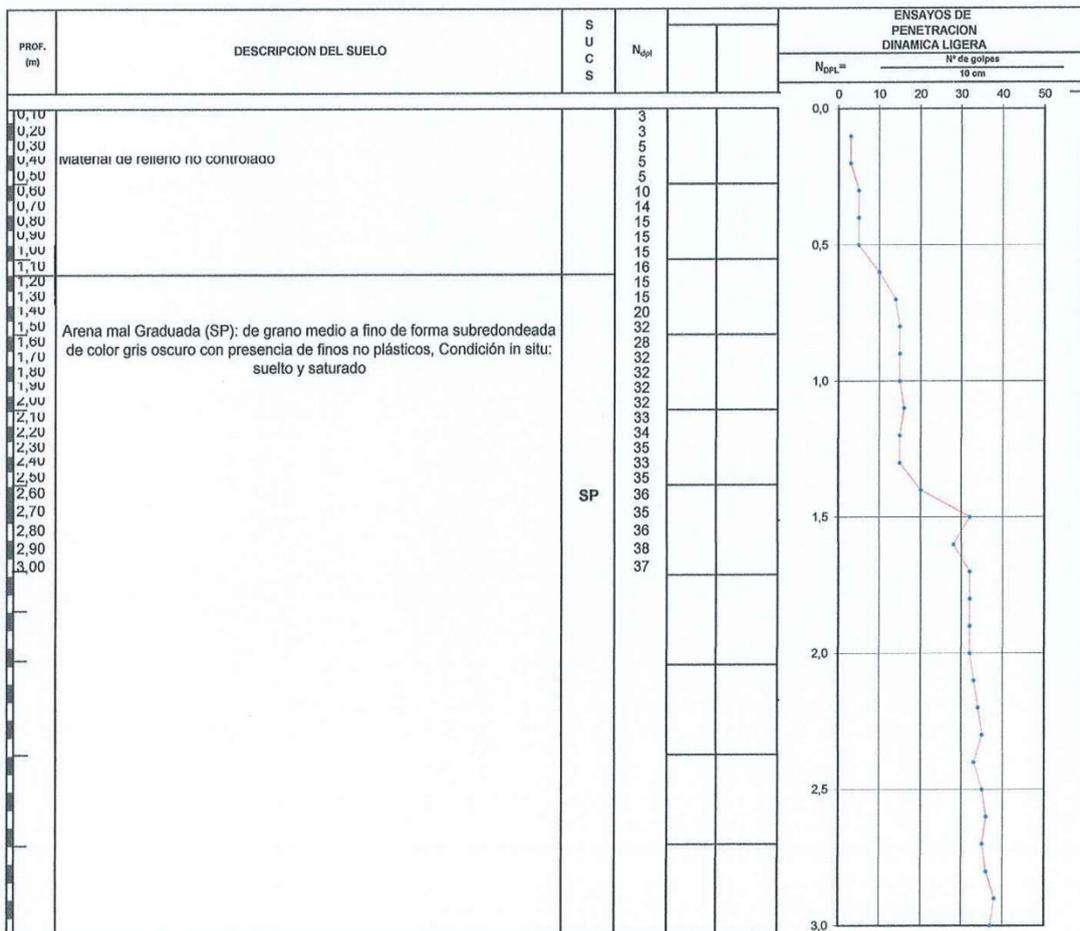
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA JUNIO DEL 2023

INICIO DE ENSAYO -0,00 m

PROFUNDIDAD TOTAL : 3.00 m

AUSCULTACIÓN : DPL-1



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



INFORME

**REGISTRO DE AUSCULTACIÓN
PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA - DPL**

TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022

TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA JUNIO DEL 2023

REGISTRO N°: GIC 21- INFORME CARPETA 937

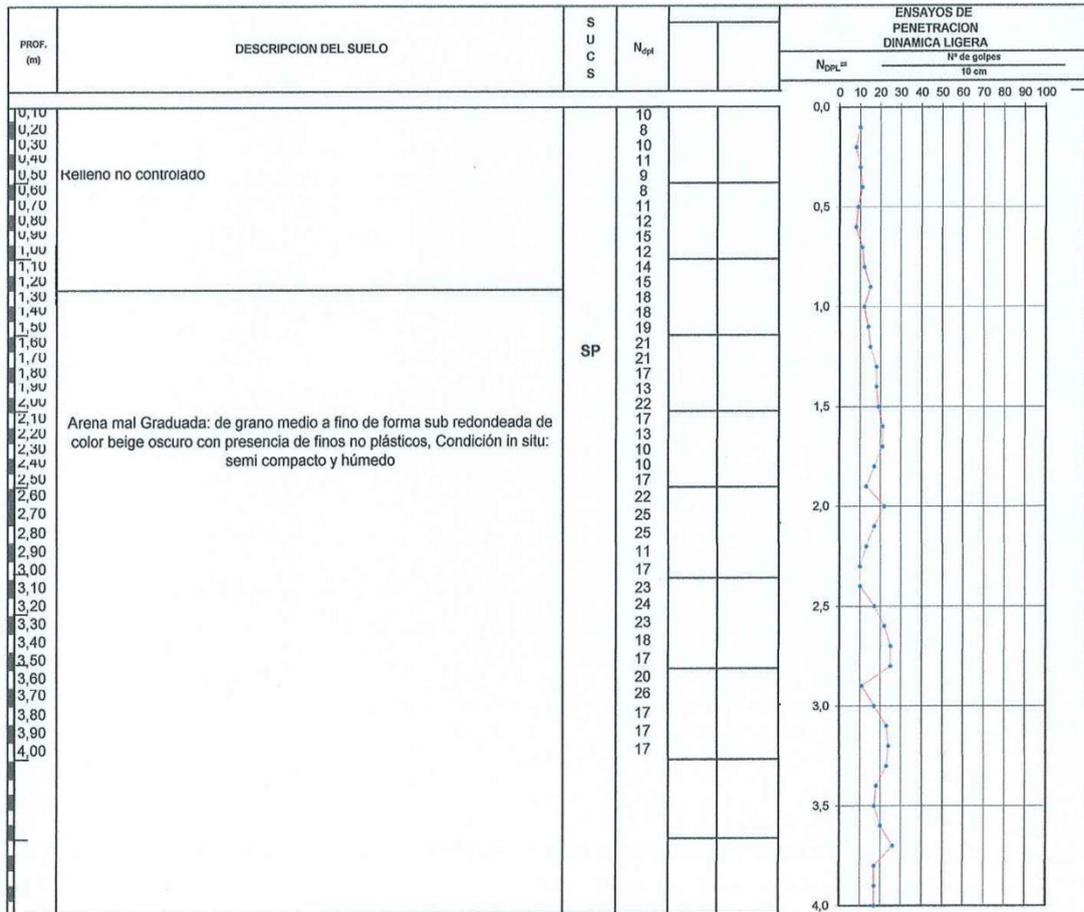
REALIZADO POR : N.A.Z.S

REVISADO POR : W.Z.S.

TURNO : Diurno

PROFUNDIDAD TOTAL : 3.00 m

AUSCULTACIÓN : DPL-2



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 19523 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



INFORME

**REGISTRO DE AUSCULTACIÓN
PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA - DPL**

TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022

TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA JUNIO DEL 2023

REGISTRO N°: GIC 21- INFORME CARPETA 937

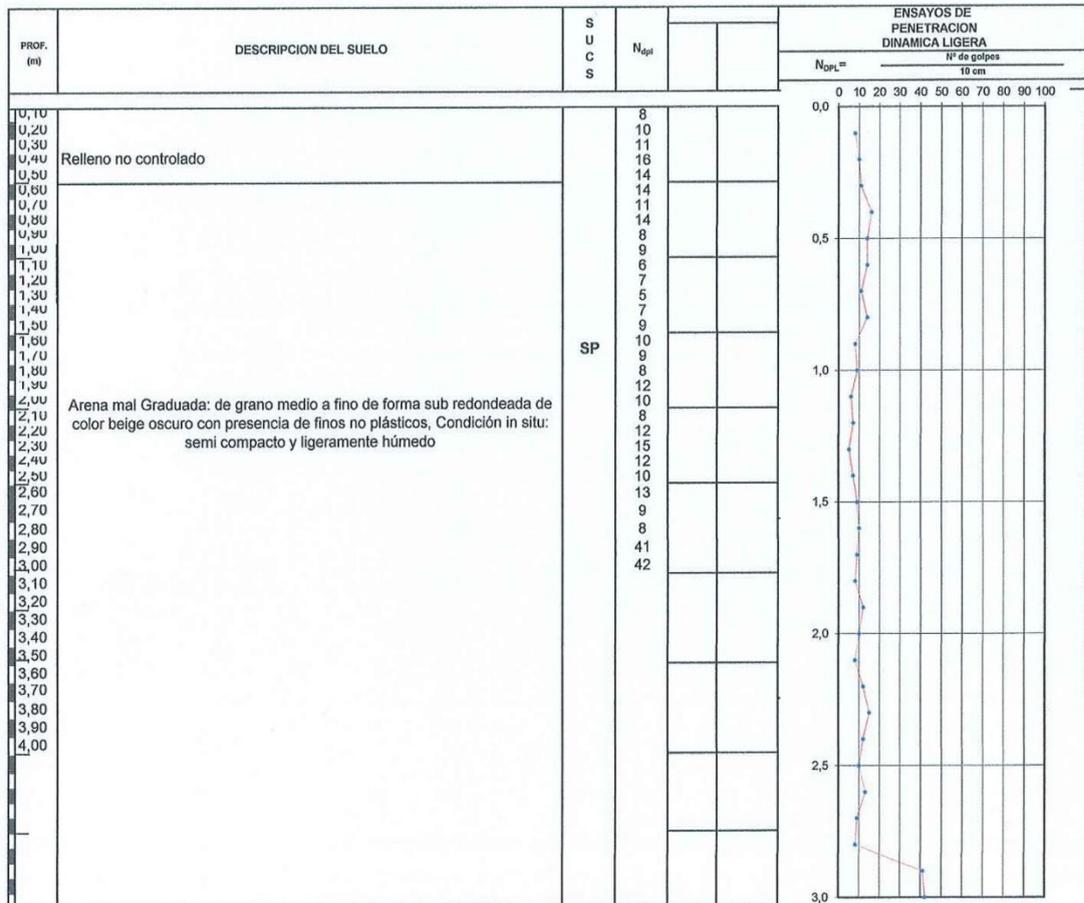
REALIZADO POR : N.A.Z.S

REVISADO POR : W.Z.S.

TURNO : Diurno

PROFUNDIDAD TOTAL : 3.00 m

AUSCULTACIÓN : DPL-3



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 – CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



INFORME

**REGISTRO DE AUSCULTACIÓN
PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA - DPL**

TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022
TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA JUNIO DEL 2023

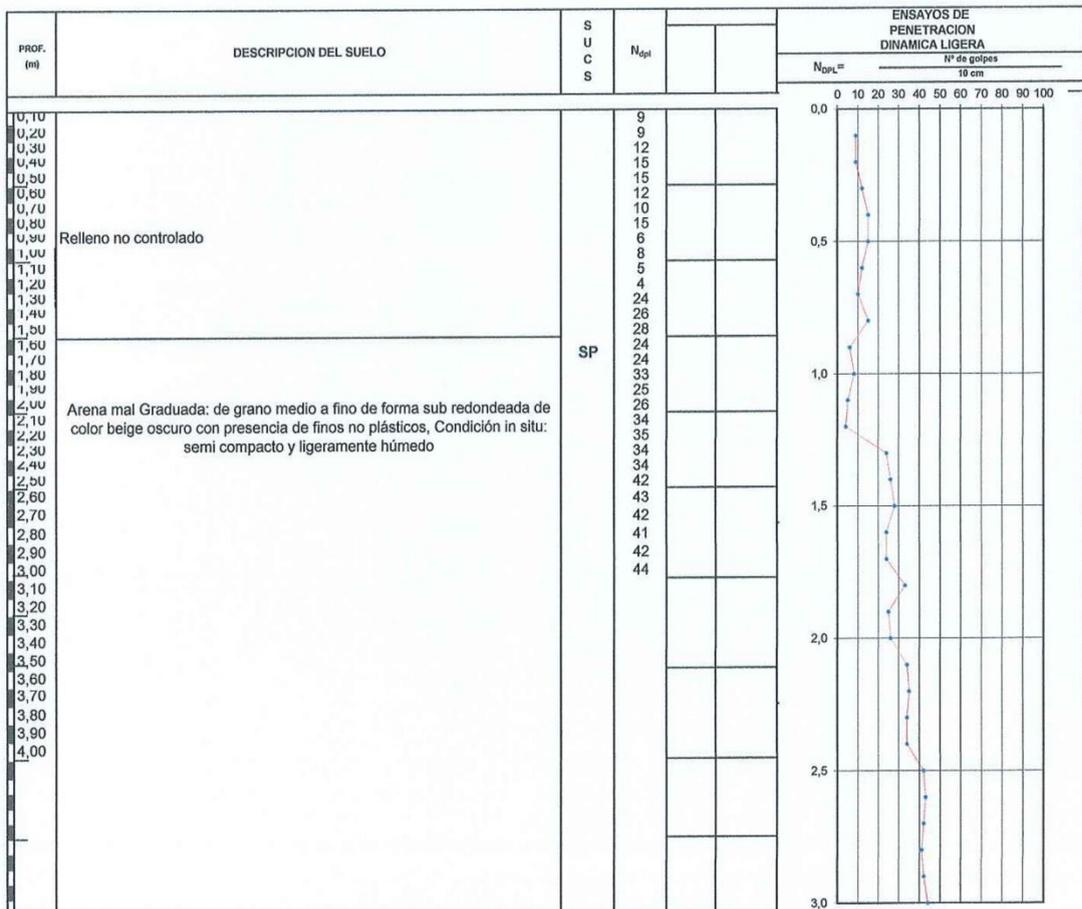
REGISTRO N°: GIC 21- INFORME CARPETA 937

REALIZADO POR : N.A.Z.S
REVISADO POR : W.Z.S.

TURNO : Diurno

PROFUNDIDAD TOTAL : 3.00 m

AUSCULTACIÓN : DPL-4



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 198373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



INFORME

**REGISTRO DE AUSCULTACIÓN
 PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA - DPL**

TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022 REGISTRO N°: GIC 21- INFORME CARPETA 885

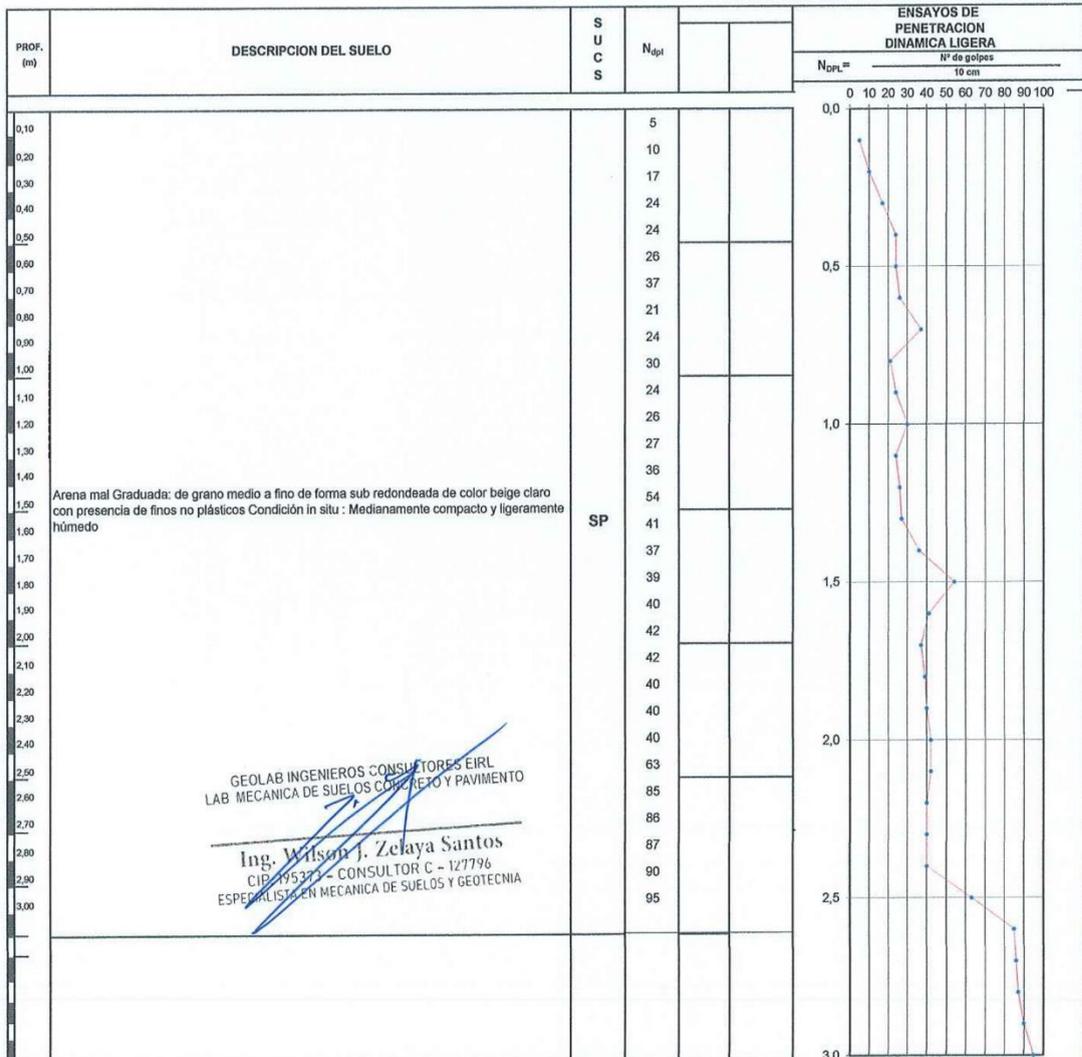
TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE REALIZADO POR : N.A.Z.S.

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH REVISADO POR : W.Z.S.

FECHA JUNIO DEL 2023 TURNO : Diurno

PROFUNDIDAD TOTAL : 3.00 m

AUSCULTACIÓN : DPL-5



OBSERVACIONES:
 Los ensayos carecen de validez sin la extracción de muestra y correlaciones con los perfiles estratigráficos y clasificación de suelos de cada estrato.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



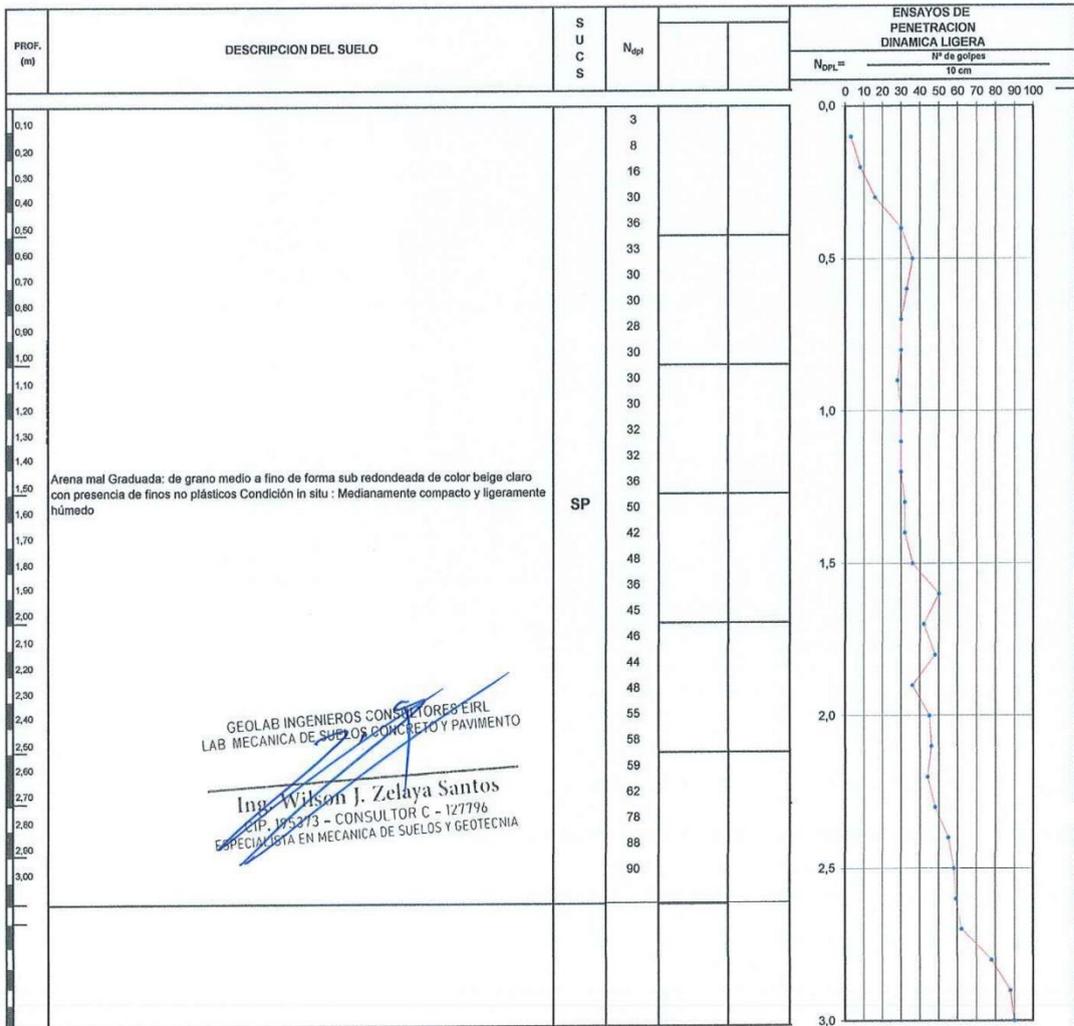
INFORME
REGISTRO DE AUSCULTACIÓN
PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA - DPL

TESIS: ANÁLISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022
 TESISISTAS: RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
 FECHA: JUNIO DEL 2023

REGISTRO N°: GIC 21- INFORME CARPETA 885
 REALIZADO POR: N.A.Z.S
 REVISADO POR: W.Z.S.
 TURNO: Diurno

PROFUNDIDAD TOTAL : 3.00 m

AUSCULTACIÓN : DPL-6



OBSERVACIONES:
 Los ensayos carecen de validez sin la extracción de muestra y correlaciones con los perfiles estratigráficos y clasificación de suelos de cada estrato.

**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



ANEXO CAPACIDAD PORTANTE

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

CIP. 145373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954871150 - 945417124 e-mail: Wilza822@hotmail.com

TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022
TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE
UBICACION DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA JUNIO DEL 2023

CAPACIDAD DE CARGA - Cimentación Superficial

Cota de Superficie (m) : 0,00

A.- DATOS GENERALES - TRAMO 2

| | | |
|---|-----------------|---------------------------------|
| Ángulo de Fricción Interna (Φ) | 30,7 | grados |
| Cohesión (c) | 0,00 | kg/cm ² |
| Tipo de falla por corte | General | |
| Ángulo de Fricción Interna corregido (Φ_c) | 31 | grados |
| Cohesión corregida (c) _c | 0,00 | kg/cm ² |
| Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2) | 1,64 | gr/cm ³ |
| Relación Ancho / Largo (B/L) | 1,00 | (1.0 si es circular o cuadrada) |
| Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación | 0,50 | m |
| Incremento de base (Δb) | 0,50 | m |
| Profundidad de Desplante (Df) | 1,00 | m (0.0 si es indeterminado) |
| Incremento de profundidad (ΔDf) | 0,50 | m |
| Posición del Nivel Freático (N.F.) | 50,0 | m (50m si no presenta) |
| Inclinación de la carga | 0,0 | grados |
| Factor de Seguridad (F.S.asume 3.0) | 3,00 | |
| Clasificación SUCS del suelo de cimentación | SP | |
| Cimentación sugerida | Zapata Cuadrada | |

B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = 31,754 \quad N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = 19,817 \quad N_q = \gamma z^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_y = 16,726 \quad N_y = 2(N_q + 1) \gamma z \phi$$

C.- FACTORES DE FORMA

$$S_c = 1,624 \quad S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1,593 \quad S_q = 1 + 0,4 \frac{B}{L}$$

$$S_y = 0,600 \quad S_y = 1 + \frac{B}{L} \gamma z \phi$$

D.- FACTORES DE INCLINACIÓN

$$i_c = 1,000 \quad i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$i_q = 1,000$$

$$i_y = 1,000 \quad i_y = \left(1 + \frac{\beta}{\phi} \right)^2$$

E.- COEFICIENTES DE PRESION LATERAL

$$K_a = 0,325$$

$$K_p = 3,080$$

$$K_o = 0,490$$

NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine.

F.- CAPACIDAD ADMISIBLE

Cimentación sugerida Zapata Cuadrada

| COTA RELATIVA | DESPLANTE Df (m) | ANCHO B (m) | FACTORES POR N.F. | | q _u (kg/cm ²) | q _{adm} (kg/cm ²) | Detalle |
|---------------|------------------|-------------|-------------------|------|--------------------------------------|--|-----------------|
| | | | W | W' | | | |
| -1,00 | 1,00 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 3,35 | 1,12 | Zapata Cuadrada |
| -1,00 | 1,00 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 3,76 | 1,25 | |
| -1,00 | 1,00 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 4,17 | 1,39 | |
| -1,00 | 1,00 | 3,0 | 1,00 | 1,00 | 4,99 | 1,66 | |
| -1,50 | 1,50 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 4,61 | 1,54 | |
| -1,50 | 1,50 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 5,02 | 1,67 | |
| -1,50 | 1,50 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 5,43 | 1,81 | |
| -1,50 | 1,50 | 3,0 | 1,00 | 1,00 | 6,26 | 2,09 | |
| -2,00 | 2,00 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 5,87 | 1,96 | |
| -2,00 | 2,00 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 6,28 | 2,09 | |
| -2,00 | 2,00 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 6,70 | 2,23 | |
| -2,00 | 2,00 | 3,0 | 1,00 | 1,00 | 7,52 | 2,51 | |
| -2,50 | 2,50 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 7,13 | 2,38 | |
| -2,50 | 2,50 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 7,55 | 2,52 | |
| -2,50 | 2,50 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 7,96 | 2,65 | |
| -2,50 | 2,50 | 3,0 | 1,00 | 1,00 | 8,78 | 2,93 | |

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lots 07 – Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 -945417124 e-mail: Wilce822@hotmail.com



TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS
EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022

TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ , WILSON ANDREE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVIN

FECHA JUNIO DEL 2023

| G.- ASENTAMIENTO (S_i) | | | | | |
|---|-------------|---|-------|--------------------|---|
| Presión por carga admisible | q_{adm} | = | 1,54 | Kg/cm ² | |
| Relación de Poisson | μ | = | 0,30 | | |
| Módulo de Elasticidad | E_s | = | 220 | Kg/cm ² | |
| Asentamiento permisible | $S_i (max)$ | = | 2,54 | cm | $S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$ |
| Ancho de la cimentación | B | = | 1,00 | m | |
| Factor de forma | I_f | = | 0,93 | m/m | |
| Asentamiento | S_i | = | 0,006 | m | |
| Asentamiento | S_i | = | 0,62 | cm | $I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_z}$ |
| Presión por carga | q_{adm} | = | 1,54 | Kg/cm ² | |
| Presión de carga asumida por asentamiento | q_{adm} | = | 1,60 | Kg/cm ² | |
| | S_i | = | 0,59 | cm | OK ! |
| | S_i | = | 0,62 | cm | OK ! |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CID: 195373 – CONSULTOR C – 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Telefono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE 2022

TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA JUNIO DEL 2023

CAPACIDAD DE CARGA - Cimentación Superficial

A.- DATOS GENERALES - TRAMO 2

| | | |
|---|-----------------------------|---------------------------------|
| Ángulo de Fricción Interna (ϕ) | 30,7 | grados |
| Cohesión (c) | 0,00 | kg/cm ² |
| Tipo de falla por corte | General | |
| Ángulo de Fricción Interna corregido (ϕ_c) | 31 | grados |
| Cohesión corregida (c) _c | 0,00 | kg/cm ² |
| Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_s) | 1,64 | gr/cm ³ |
| Relación Ancho / Largo (B/L) | 0,50 | (1.0 si es circular o cuadrada) |
| Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación | 1,00 | m |
| Incremento de base (Δb) | 0,50 | m |
| Profundidad de Desplante (Df) | 1,00 | m (0,0 si es indeterminado) |
| Incremento de profundidad (ΔDf) | 0,50 | m |
| Posición del Nivel Freático (N.F.) | 50,0 | m (50m si no presenta) |
| Inclinación de la carga | 0,0 | grados |
| Factor de Seguridad (F.S.assume 3.0) | 3,00 | |
| Clasificación SUCS del suelo de cimentación | SP | |
| Cimentación sugerida | Cimiento Rectangular | |

B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = 31,754 \quad N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = 19,817 \quad N_q = \gamma_s \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{i \tan \phi}$$

$$N_\gamma = 16,726 \quad N_\gamma = 2(N_q + 1) \gamma_s \phi$$

C.- FACTORES DE FORMA

$$S_c = 1,312 \quad S_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c}$$

$$S_q = 1,296 \quad S_q = 1 + 0,4 \frac{B}{L}$$

$$S_\gamma = 0,800 \quad S_\gamma = 1 + \frac{B}{L} \gamma_s \phi$$

D.- FACTORES DE INCLINACIÓN

$$i_c = 1,000 \quad i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$i_q = 1,000$$

$$i_\gamma = 1,000 \quad i_\gamma = \left(1 + \frac{\beta}{\phi} \right)^2$$

E.- COEFICIENTES DE PRESION LATERAL

$$K_a = 0,325$$

$$K_p = 3,080$$

$$K_o = 0,490$$

NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine.

F.- CAPACIDAD ADMISIBLE

| Cimentación sugerida Cimiento Rectangular | | | | | | | |
|--|------------------|-------------|-------------------|------|--------------------------------------|--|-----------------------------|
| COTA RELATIVA | DESPLANTE Df (m) | ANCHO B (m) | FACTORES POR N.F. | | q ₀ (kg/cm ²) | q _{adm} (kg/cm ²) | Detalle |
| | | | W | W' | | | |
| -1,00 | 1,00 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 3,41 | 1,14 | Cimiento Rectangular |
| -1,00 | 1,00 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 3,96 | 1,32 | |
| -1,00 | 1,00 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 4,51 | 1,50 | |
| -1,00 | 1,00 | 2,5 | 1,00 | 1,00 | 5,05 | 1,68 | |
| -1,50 | 1,50 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 4,57 | 1,52 | |
| -1,50 | 1,50 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 5,11 | 1,70 | |
| -1,50 | 1,50 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 5,66 | 1,89 | |
| -1,50 | 1,50 | 2,5 | 1,00 | 1,00 | 6,21 | 2,07 | |
| -2,00 | 2,00 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 5,72 | 1,91 | |
| -2,00 | 2,00 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 6,27 | 2,09 | |
| -2,00 | 2,00 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 6,82 | 2,27 | |
| -2,00 | 2,00 | 2,5 | 1,00 | 1,00 | 7,37 | 2,46 | |
| -2,50 | 2,50 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 6,88 | 2,29 | |
| -2,50 | 2,50 | 1,5 | 1,00 | 1,00 | 7,43 | 2,48 | |
| -2,50 | 2,50 | 2,0 | 1,00 | 1,00 | 7,97 | 2,66 | |
| -2,50 | 2,50 | 2,5 | 1,00 | 1,00 | 8,52 | 2,84 | |

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 – Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wluz822@hotmail.com



TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022

TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ , WILSON ANDREE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA JUNIO DEL 2023

G.- ASENTAMIENTO (S)

| | | | | | |
|---|-------------|---|-------|--------------------|---|
| Presión por carga admisible | q_{adm} | = | 1,52 | Kg/cm ² | |
| Relación de Poisson | μ | = | 0,30 | | |
| Módulo de Elasticidad | E_s | = | 220 | Kg/cm ² | |
| Asentamiento permisible | S_i (max) | = | 2,54 | cm | $S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$ |
| Ancho de la cimentación | B | = | 1,00 | m | |
| Factor de forma | I_f | = | 0,67 | m/m | |
| Asentamiento | S_i | = | 0,004 | m | $I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_z}$ |
| Asentamiento | S_i | = | 0,44 | cm | |
| Presión por carga | q_{adm} | = | 1,52 | Kg/cm ² | |
| Presión de carga asumida por asentamiento | q_{adm} | = | 1,60 | Kg/cm ² | |
| | S_i | = | 0,42 | cm | OK ! |
| | S_i | = | 0,44 | cm | OK ! |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195573 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 95487150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022
TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA JUNIO DEL 2023

CAPACIDAD DE CARGA - Cimentación Superficial

Cota de Superficie (m) : 0,00

A.- DATOS GENERALES TRAMO I

| | | |
|---|------------------------|---------------------------------|
| Ángulo de Fricción Interna (Φ) | 28,0 | grados |
| Cohesión (c) | 0,00 | kg/cm ² |
| Tipo de falla por corte | Local | |
| Ángulo de Fricción Interna corregido (Φ_r) | 20 | grados |
| Cohesión corregida (c) _c | 0,00 | kg/cm ² |
| Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2) | 1,76 | gr/cm ³ |
| Relación Ancho / Largo (B/L) | 1,00 | (1.0 si es circular o cuadrada) |
| Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación | 1,50 | m |
| Incremento de base (Δb) | 0,50 | m |
| Profundidad de Desplante (Df) | 1,50 | m (0.0 si es indeterminado) |
| Incremento de profundidad (ΔDf) | 0,50 | m |
| Posición del Nivel Freático (N.F.) | 1,1 | m (50m si no presenta) |
| Inclinación de la carga | 0,0 | grados |
| Factor de Seguridad (F.S.assume 3.0) | 3,00 | |
| Clasificación SUCS del suelo de cimentación | SP | |
| Cimentación sugerida | Zapata Cuadrada | |

B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = 14,391 \quad N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = 6,101 \quad N_q = \gamma z^2 (45 + \frac{\phi}{2}) e^{k \tan \phi}$$

$$N_y = 2,712 \quad N_y = 2(N_q + 1) \gamma z \phi$$

C.- FACTORES DE FORMA

$$S_c = 1,424 \quad S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1,354 \quad S_q = 1 + 0,4 \frac{B}{L}$$

$$S_y = 0,600 \quad S_y = 1 + \frac{B}{L} \gamma z \phi$$

D.- FACTORES DE INCLINACIÓN

$$i_c = 1,000 \quad i_c = i_q = (1 - \frac{\beta}{90})^2$$

$$i_q = 1,000$$

$$i_y = 1,000 \quad i_y = (1 + \frac{\beta}{\phi})^2$$

E.- COEFICIENTES DE PRESION LATERAL

$$K_a = 0,499$$

$$K_p = 2,003$$

$$K_o = 0,666$$

NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine.

F.- CAPACIDAD ADMISIBLE

Cimentación sugerida **Zapata Cuadrada**

| COTA RELATIVA | DESPLANTE Df (m) | ANCHO B (m) | FACTORES POR N.F. | | q _a (kg/cm ²) | q _{adm} (kg/cm ²) | Detalle |
|---------------|------------------|-------------|-------------------|------|--------------------------------------|--|-----------------|
| | | | W | W' | | | |
| -1,50 | 1,50 | 1,5 | 0,87 | 0,50 | 2,10 | 0,70 | Zapata Cuadrada |
| -1,50 | 1,50 | 2,0 | 0,87 | 0,50 | 2,14 | 0,71 | |
| -1,50 | 1,50 | 2,5 | 0,87 | 0,50 | 2,17 | 0,72 | |
| -1,50 | 1,50 | 3,0 | 0,87 | 0,50 | 2,21 | 0,74 | |
| -2,00 | 2,00 | 1,5 | 0,78 | 0,50 | 2,49 | 0,83 | |
| -2,00 | 2,00 | 2,0 | 0,78 | 0,50 | 2,53 | 0,84 | |
| -2,00 | 2,00 | 2,5 | 0,78 | 0,50 | 2,56 | 0,85 | |
| -2,00 | 2,00 | 3,0 | 0,78 | 0,50 | 2,60 | 0,87 | |
| -2,50 | 2,50 | 1,5 | 0,72 | 0,50 | 2,86 | 0,95 | |
| -2,50 | 2,50 | 2,0 | 0,72 | 0,50 | 2,90 | 0,97 | |
| -2,50 | 2,50 | 2,5 | 0,72 | 0,50 | 2,93 | 0,98 | |
| -2,50 | 2,50 | 3,0 | 0,72 | 0,50 | 2,97 | 0,99 | |
| -3,00 | 3,00 | 1,5 | 0,68 | 0,50 | 3,23 | 1,08 | |
| -3,00 | 3,00 | 2,0 | 0,68 | 0,50 | 3,26 | 1,09 | |
| -3,00 | 3,00 | 2,5 | 0,68 | 0,50 | 3,30 | 1,10 | |
| -3,00 | 3,00 | 3,0 | 0,68 | 0,50 | 3,33 | 1,11 | |

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 – Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 -945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS
EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022

TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVIN

FECHA JUNIO DEL 2023

| G.- ASENTAMIENTO (S_i) | | | | | |
|---|-------------|---|-------|--------------------|---|
| Presión por carga admisible | q_{adm} | = | 1,11 | Kg/cm ² | |
| Relación de Poisson | μ | = | 0,30 | | |
| Módulo de Elasticidad | E_s | = | 105 | Kg/cm ² | |
| Asentamiento permisible | $S_i (max)$ | = | 2,54 | cm | $S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$ |
| Ancho de la cimentación | B | = | 1,50 | m | |
| Factor de forma | I_f | = | 0,93 | m/m | |
| Asentamiento | S_i | = | 0,012 | m | |
| Asentamiento | S_i | = | 1,21 | cm | $I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_z}$ |
| Presión por carga | q_{adm} | = | 1,11 | Kg/cm ² | |
| Presión de carga asumida por asentamiento | q_{adm} | = | 1,00 | Kg/cm ² | |
| | S_i | = | 1,34 | cm | OK ! |
| | S_i | = | 1,21 | cm | OK ! |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

 Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP. 125373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022

TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ , WILSON ANDREE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA JUNIO DEL 2023

CAPACIDAD DE CARGA - Cimentación Superficial

A.- DATOS GENERALES TRAMO I

| | | |
|---|-------|---------------------------------|
| Ángulo de Fricción Interna (Φ) | 28,0 | grados |
| Cohesión (c) | 0,00 | kg/cm ² |
| Tipo de falla por corte | Local | |
| Ángulo de Fricción Interna corregido (Φ_c) | 20 | grados |
| Cohesión corregida (c) _c | 0,00 | kg/cm ² |
| Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_s) | 1,76 | gr/cm ³ |
| Relación Ancho / Largo (B/L) | 0,50 | (1.0 si es circular o cuadrada) |
| Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación | 1,00 | m |
| Incremento de base (Δb) | 0,50 | m |
| Profundidad de Desplante (Df) | 1,50 | m (0.0 si es indeterminado) |
| Incremento de profundidad (ΔDf) | 0,50 | m |
| Posición del Nivel Freático (N.F.) | 1,1 | m (50m si no presenta) |
| Inclinación de la carga | 0,0 | grados |
| Factor de Seguridad (F.S.asume 3.0) | 3,00 | |
| Clasificación SUCS del suelo de cimentación | SP | |

Cimiento Rectangular

B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = 14,391 \quad N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = 6,101 \quad N_q = \gamma g^2 (45 + \frac{\phi}{2}) e^{c \cot \phi}$$

$$N_\gamma = 2,712 \quad N_\gamma = 2(N_q + 1) \gamma g \phi$$

C.- FACTORES DE FORMA

$$S_c = 1,212 \quad S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1,177 \quad S_q = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$$

$$S_\gamma = 0,800 \quad S_\gamma = 1 + \frac{B}{L} \gamma g \phi$$

D.- FACTORES DE INCLINACIÓN

$$i_c = 1,000 \quad i_c = i_q = (1 - \frac{\beta}{90})^2$$

$$i_q = 1,000$$

$$i_\gamma = 1,000 \quad i_\gamma = (1 + \frac{\beta}{\phi})^{-2}$$

E.- COEFICIENTES DE PRESION LATERAL

$$K_a = 0,499$$

$$K_p = 2,003$$

$$K_o = 0,666$$

NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine.

F.- CAPACIDAD ADMISIBLE

Cimentación sugerida **Cimiento Rectangular**

| COTA RELATIVA | DESPLANTE Df (m) | ANCHO B (m) | FACTORES POR N.F. | | q _a (kg/cm ²) | q _{adm} (kg/cm ²) | Detalle |
|---------------|------------------|-------------|-------------------|------|--------------------------------------|--|----------------------|
| | | | W | W' | | | |
| -1,50 | 1,50 | 1,0 | 0,87 | 0,50 | 2,11 | 0,70 | Cimiento Rectangular |
| -1,50 | 1,50 | 1,5 | 0,87 | 0,50 | 2,16 | 0,72 | |
| -1,50 | 1,50 | 2,0 | 0,87 | 0,50 | 2,21 | 0,74 | |
| -1,50 | 1,50 | 2,5 | 0,87 | 0,50 | 2,25 | 0,75 | |
| -2,00 | 2,00 | 1,0 | 0,78 | 0,50 | 2,50 | 0,83 | |
| -2,00 | 2,00 | 1,5 | 0,78 | 0,50 | 2,55 | 0,85 | |
| -2,00 | 2,00 | 2,0 | 0,78 | 0,50 | 2,60 | 0,87 | |
| -2,00 | 2,00 | 2,5 | 0,78 | 0,50 | 2,65 | 0,88 | |
| -2,50 | 2,50 | 1,0 | 0,72 | 0,50 | 2,88 | 0,96 | |
| -2,50 | 2,50 | 1,5 | 0,72 | 0,50 | 2,92 | 0,97 | |
| -2,50 | 2,50 | 2,0 | 0,72 | 0,50 | 2,97 | 0,99 | |
| -2,50 | 2,50 | 2,5 | 0,72 | 0,50 | 3,02 | 1,01 | |
| -3,00 | 3,00 | 1,0 | 0,68 | 0,50 | 3,25 | 1,08 | |
| -3,00 | 3,00 | 1,5 | 0,68 | 0,50 | 3,29 | 1,10 | |
| -3,00 | 3,00 | 2,0 | 0,68 | 0,50 | 3,34 | 1,11 | |
| -3,00 | 3,00 | 2,5 | 0,68 | 0,50 | 3,39 | 1,13 | |


Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP. 175373 - CONSULTOR C. - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 – Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022

TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA JUNIO DEL 2023

G.- ASENTAMIENTO (S_i)

| | | | | | |
|---|-------------|---|-------|--------------------|---|
| Presión por carga admisible | q_{adm} | = | 1,13 | Kg/cm ² | |
| Relación de Poisson | μ | = | 0,30 | | |
| Módulo de Elasticidad | E_s | = | 105 | Kg/cm ² | |
| Asentamiento permisible | $S_i (max)$ | = | 2,54 | cm | $S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$ |
| Ancho de la cimentación | B | = | 1,00 | m | |
| Factor de forma | I_f | = | 0,67 | m/m | |
| Asentamiento | S_i | = | 0,007 | m | |
| Asentamiento | S_i | = | 0,70 | cm | $I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_z}$ |
| Presión por carga | q_{adm} | = | 1,13 | Kg/cm ² | |
| Presión de carga asumida por asentamiento | q_{adm} | = | 1,20 | Kg/cm ² | |
| | S_i | = | 0,66 | cm | OK ! |
| | S_i | = | 0,70 | cm | OK ! |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

 Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP: 195373 – CONSULTOR C - 12/796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS
EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022
TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA JUNIO DEL 2023

PROFUNDIDAD DE INICIO DE ENSAYO = 2,00 m
RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS

| DPL | Penetración (m) | Numero de Golpes/30 Cm | Compacidad Relativa(%) | Descripción | q_u (Kg/cm ²) | Terreno de Fundación | Clasificación SUCS |
|-----|-----------------|------------------------|------------------------|-------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|
| 01 | 0,00 | 0,0 | | | | | |
| | 0,30 | 11,0 | 17,48 | SUELTA | 0,48 | MALO | SP |
| | 0,60 | 20,0 | 20,75 | SUELTA | 0,53 | MALO | SP |
| | 0,90 | 44,0 | 27,88 | SUELTA | 0,68 | MALO | SP |
| | 1,20 | 46,0 | 31,07 | SUELTA | 0,69 | MALO | SP |
| | 1,50 | 67,0 | 31,00 | SUELTA | 0,82 | MALO | SP |
| | 1,80 | 92,0 | 35,00 | SUELTA | 0,96 | MALO | SP |
| | 2,10 | 97,0 | 36,00 | MEDIA | 0,99 | MALO | SP |
| | 2,40 | 102,0 | 36,00 | MEDIA | 1,02 | REGULAR | SP |
| | 2,70 | 108,0 | 38,00 | MEDIA | 1,04 | REGULAR | SP |
| | 3,00 | 111,0 | 40,00 | MEDIA | 1,07 | REGULAR | SP |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson I. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES
AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022

TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA JUNIO DEL 2023

PROFUNDIDAD DE INICIO DE ENSAYO = 0.10 m

RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS

| DPL | Penetración (m) | Numero de Golpes/30 Cm | Compacidad Relativa(%) | Descripción | q _s (Kg/cm ²) | Terreno de Fundación | Clasificación SUCS |
|-----|-----------------|------------------------|------------------------|-------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------|
| 02 | 0,00 | 0,0 | | | | | |
| | 0,30 | 28,0 | 18,00 | SUELTA | 0,57 | MALO | RELLENO |
| | 0,60 | 28,0 | 22,00 | SUELTA | 0,57 | MALO | RELLENO |
| | 0,90 | 38,0 | 32,32 | SUELTA | 0,78 | MALO | RELLENO |
| | 1,20 | 41,0 | 33,54 | SUELTA | 0,84 | MALO | RELLENO |
| | 1,50 | 55,0 | 35,59 | MEDIA | 1,13 | REGULAR | SP |
| | 1,80 | 59,0 | 37,19 | MEDIA | 1,21 | BUENO | SP |
| | 2,10 | 52,0 | 37,88 | MEDIA | 1,07 | REGULAR | SP |
| | 2,40 | 33,0 | 30,00 | SUELTA | 0,68 | MALO | SP |
| | 2,70 | 84,0 | 38,39 | MEDIA | 1,31 | BUENO | SP |
| | 3,00 | 53,0 | 38,77 | MEDIA | 1,09 | REGULAR | SP |
| | 3,30 | 70,0 | 39,73 | MEDIA | 1,44 | BUENO | SP |
| | 3,00 | 55,0 | 40,00 | MEDIA | 1,13 | BUENO | SP |
| | 3,90 | 60,0 | 40,38 | MEDIA | 1,23 | BUENO | SP |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.I. 195273 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES
AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE 2022

TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA JUNIO DEL 2023

PROFUNDIDAD DE INICIO DE ENSAYO = 0.00 m

RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS

| DPL | Penetración (m) | Numero de Golpes/30 Cm | Compacidad Relativa(%) | Descripción | q_u (Kg/cm ²) | Terreno de Fundación | Clasificación SUCS |
|-----|-----------------|------------------------|------------------------|-------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|
| 03 | 0,00 | 0,0 | | | | | |
| | 0,30 | 29,0 | 18,00 | SUELTA | 0,49 | MALO | RELLENO |
| | 0,60 | 44,0 | 22,00 | SUELTA | 0,74 | MALO | RELLENO |
| | 0,90 | 33,0 | 30,00 | SUELTA | 0,55 | MALO | RELLENO |
| | 1,20 | 22,0 | 32,00 | SUELTA | 0,55 | MALO | RELLENO |
| | 1,50 | 21,0 | 32,00 | SUELTA | 0,59 | BUENO | RELLENO |
| | 1,80 | 27,0 | 35,00 | SUELTA | 0,45 | BUENO | SP |
| | 2,10 | 30,0 | 33,17 | SUELTA | 0,50 | BUENO | SP |
| | 2,40 | 39,0 | 33,54 | SUELTA | 0,66 | BUENO | SP |
| | 2,70 | 32,0 | 33,44 | SUELTA | 0,90 | BUENO | SP |
| | 3,00 | 91,0 | 36,19 | MEDIA | 1,40 | BUENO | SP |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES
AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022

TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA JUNIO DEL 2023

PROFUNDIDAD DE INICIO DE ENSAYO = 0.10 m

RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS

| DPL | Penetración (m) | Numero de Golpes/30 Cm | Compacidad Relativa(%) | Descripción | q_c (Kg/cm ²) | Terreno de Fundación | Clasificación SUCS |
|------|-----------------|------------------------|------------------------|-------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|
| 04 | 0,00 | 0,0 | | | | | |
| | 0,30 | 30,0 | 15,00 | MUY SUELTA | 0,62 | MALO | RELLENO |
| | 0,60 | 42,0 | 34,04 | SUELTA | 0,86 | MALO | RELLENO |
| | 0,90 | 31,0 | 33,83 | SUELTA | 0,64 | MALO | RELLENO |
| | 1,20 | 17,0 | 33,08 | SUELTA | 0,67 | MALO | SP |
| | 1,50 | 78,0 | 50,50 | MEDIA | 1,57 | BUENO | SP |
| | 1,80 | 81,0 | 50,99 | MEDIA | 1,60 | BUENO | SP |
| | 2,10 | 105,0 | 54,77 | MEDIA | 2,15 | BUENO | SP |
| | 2,40 | 113,0 | 55,98 | MEDIA | 2,32 | BUENO | SP |
| | 2,70 | 127,0 | 58,02 | MEDIA | 2,60 | BUENO | SP |
| 3,00 | 127,0 | 58,02 | MEDIA | 2,60 | BUENO | SP | |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195273 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wjz822@hotmail.com

TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE 2022

TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA JUNIO DEL 2023

PROFUNDIDAD DE INICIO DE ENSAYO = 0.20 m

RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS

| DPL | Penetración (m) | Numero de Golpes/30 Cm | Compaicidad Relativa(%) | Descripción | q _v (Kg/cm ²) | Terreno de Fundación | Clasificación SUCS |
|------|-----------------|------------------------|-------------------------|-------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------|
| 05 | 0,00 | 0,0 | | | | | |
| | 0,30 | 32,0 | 18,00 | SUELTA | 0,55 | MALO | RELLENO |
| | 0,60 | 74,0 | 22,00 | SUELTA | 0,91 | MALO | RELLENO |
| | 0,90 | 82,0 | 41,72 | MEDIA | 1,07 | REGULAR | SP |
| | 1,20 | 80,0 | 45,64 | MEDIA | 1,28 | BUENO | SP |
| | 1,50 | 117,0 | 50,76 | MEDIA | 1,58 | BUENO | SP |
| | 1,80 | 117,0 | 53,90 | MEDIA | 1,79 | BUENO | SP |
| | 2,10 | 124,0 | 56,39 | MEDIA | 1,98 | BUENO | SP |
| | 2,40 | 120,0 | 58,01 | MEDIA | 2,07 | BUENO | SP |
| | 2,70 | 234,0 | 63,27 | DENSA | 2,48 | BUENO | SP |
| 3,00 | 272,0 | 68,26 | DENSA | 2,87 | BUENO | SP | |

| DPL | Penetración (m) | Numero de Golpes/30 Cm | Compaicidad Relativa(%) | Descripción | q _v (Kg/cm ²) | Terreno de Fundación | Clasificación SUCS |
|------|-----------------|------------------------|-------------------------|-------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------|
| 06 | 0,00 | 0,0 | | | | | |
| | 0,30 | 27,0 | 18,00 | SUELTA | 0,46 | MALO | RELLENO |
| | 0,60 | 99,0 | 25,00 | MEDIA | 1,08 | MALO | RELLENO |
| | 0,90 | 88,0 | 46,31 | MEDIA | 1,32 | REGULAR | SP |
| | 1,20 | 90,0 | 48,58 | MEDIA | 1,45 | BUENO | SP |
| | 1,50 | 100,0 | 51,62 | MEDIA | 1,64 | BUENO | SP |
| | 1,80 | 140,0 | 55,93 | MEDIA | 1,92 | BUENO | SP |
| | 2,10 | 127,0 | 58,19 | MEDIA | 2,08 | BUENO | SP |
| | 2,40 | 147,0 | 60,98 | MEDIA | 2,29 | BUENO | SP |
| | 2,70 | 179,0 | 63,87 | DENSA | 2,51 | BUENO | SP |
| 3,00 | 258,0 | 68,31 | DENSA | 2,87 | BUENO | SP | |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL
 LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP: 195373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



REGISTRO DE SONDAJE

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 125378 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



REGISTRO DE SONDAJE

TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022

TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ , WILSON ANDREE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA JUNIO DEL 2023

CALICATA: 01 **PROFUNDIDAD:** 3.00 m **N. FREATICO :** 1,10 m

| Profundidad (metros) | Tipo de excavación | Muestras obtenidas | PRUEBAS | | SIMBOLO | DESCRIPCION DEL MATERIAL | CLASIFICACION (SUCS) |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------|------|---------|---|----------------------|
| | | | D.N (gr./cc) | H.N. | | | |
| 1,80 | C | | | | | Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido | - |
| | A | | | | | | |
| | L | | | | | | |
| | I | | | | | | |
| 1,20 | C | M-1 | | | | Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color gris oscuro con presencia de finos no plásticos Condición in situ: suelto y saturado | SP |
| | A | | | | | | |
| | T | | | | | | |
| | A | | | | | | |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 185375 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



REGISTRO DE SONDAJE

TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022

TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA JUNIO DEL 2023

CALICATA: 02 **PROFUNDIDAD:** 3,00 m **N. FREATICO :** 2,20 m

| Profundidad (metros) | Tipo de excavación | Muestras obtenidas | PRUEBAS | | SIMBOLO | DESCRIPCION DEL MATERIAL | CLASIFICACION (SUCS) |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------|------|---|---|----------------------|
| | | | D.N (gr./cc) | H.N. | | | |
| 2,00 | C | | | |  | Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido | - |
| | A | | | | | | |
| | L | | | | | | |
| | I | | | | | | |
| 1,00 | C | M-1 | | |  | Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color beige oscuro con presencia de finos no plásticos Condición in situ: semi compacto y ligeramente humedo | SP |
| | A | | | | | | |
| | T | | | | | | |
| | A | | | | | | |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 125372 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



REGISTRO DE SONDAJE

TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022
TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA JUNIO DEL 2023

CALICATA: 03 **PROFUNDIDAD:** 3.00 m **N. FREATICO :** 1.60 m

| Profundidad (metros) | Tipo de excavación | Muestras obtenidas | PRUEBAS | | SIMBOLO | DESCRIPCION DEL MATERIAL | CLASIFICACION (SUCS) |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------|------|--|---|----------------------|
| | | | D.N (gr./cc) | H.N. | | | |
| 0,50 | C | | | |  | Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido | - |
| | A | | | | | | |
| 2,50 | L | M-1 | | |  | Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color beige oscuro con presencia de finos no plásticos Condición in situ: semi compacto y ligeramente humedo | SP |
| | I | | | | | | |
| | C | | | | | | |
| | A | | | | | | |
| | T | | | | | | |
| | A | | | | | | |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 125373 / CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



REGISTRO DE SONDAJE

TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022

TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA JUNIO DEL 2023

CALICATA: 04 **PROFUNDIDAD:** 3.00 m **N. FREATICO :** NP

| Profundidad (metros) | Tipo de excavación | Muestras obtenidas | PRUEBAS | | SIMBOLO | DESCRIPCION DEL MATERIAL | CLASIFICACION (SUCS) |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------|------|---------|---|----------------------|
| | | | D.N (gr./cc) | H.N. | | | |
| 0,30 | C | | | | | Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido | - |
| 2,70 | A | M-1 | | | | Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color beige oscuro con presencia de finos no plásticos Condición in situ: semi compacto y ligeramente humedo | SP |
| | L | | | | | | |
| | I | | | | | | |
| | C | | | | | | |
| | A | | | | | | |
| | T | | | | | | |
| | A | | | | | | |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.R. 125323 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



REGISTRO DE SONDAJE

TESIS: ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022

TESISTAS: RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA: JUNIO DEL 2023

CALICATA: 05 **PROFUNDIDAD:** 3.00 m **N. FREATICO :** NP

| Profundidad (metros) | Tipo de excavación | Muestras obtenidas | PRUEBAS | | SIMBOLO | DESCRIPCION DEL MATERIAL | CLASIFICACION (SUCS) |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------|------|---------|---|----------------------|
| | | | D.N (gr./cc) | H.N. | | | |
| 0,40 | C | | | | | Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido | - |
| 2,60 | A | | | | | Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color beige oscuro con presencia de finos no plásticos Condición in situ: semi compacto y ligeramente humedo | SP |
| | L | | | | | | |
| | I | | | | | | |
| | C | | | | | | |
| | A | | | | | | |
| | T | M-1 | | | | | |
| | A | | | | | | |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



REGISTRO DE SONDAJE

TESIS: ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022

TESISTAS: RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA: JUNIO DEL 2023

CALICATA: 06 **PROFUNDIDAD:** 3,00 m **N. FREATICO :** NP

| Profundidad (metros) | Tipo de excavación | Muestras obtenidas | PRUEBAS | | SIMBOLO | DESCRIPCION DEL MATERIAL | CLASIFICACION (SUCS) |
|----------------------|--------------------|--------------------|---------------|------|--|---|----------------------|
| | | | D.N (gr./foo) | H.N. | | | |
| 0,60 | C | | | |  | Material tipo relleno no controlado mezcla de limos, arenas, restos de concreto, cascajos de ladrillos, costales, plásticos, vidrios y turbas material altamente orgánico de color oscuro y olor fétido | - |
| 2,40 | A | | | |  | Arena mal Graduada (SP): de grano medio a fino de forma subredondeada de color beige oscuro con presencia de finos no plásticos Condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo | SP |
| | L | | | | | | |
| | I | | | | | | |
| | C | | | | | | |
| | A | M-1 | | | | | |
| | T | | | | | | |
| | A | | | | | | |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP 495373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



ANEXO ENSAYOS DE LABORATORIO

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 195773 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 95487150-945417134 e-mail: Wjz@22@hotmail.com

REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

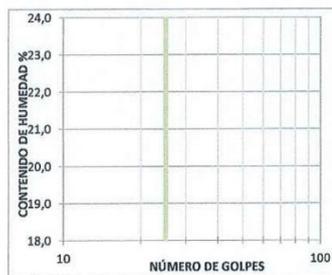
| | | | |
|-------------------|---|---------------------------------|----------------|
| Tesis: | ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022 | | |
| Testistas: | RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE | | |
| Ubicacion: | DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH | | |
| Calicata: | C-1 | Fecha : | JUNIO DEL 2023 |
| Muestra: | M-1 | Profundidad muestra (m): | 1.80-3.00 |

LÍMITES DE CONSISTENCIA

| LÍMITE LÍQUIDO | |
|------------------|------|
| Determinación No | |
| Número de Golpes | |
| Recipiente No. | |
| P ₁ | N.L. |
| P ₂ | |
| P ₃ | |
| P _w | |
| P _s | |
| W% | |

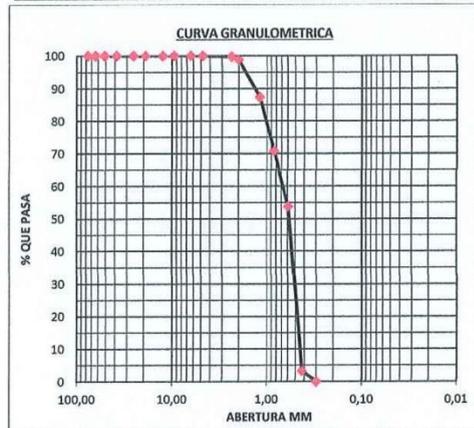
| LÍMITE PLÁSTICO | | Humedad Natural |
|-----------------|------|-----------------|
| Recipiente No. | | 6 |
| P ₁ | N.P. | 206,30 |
| P ₂ | | 170,30 |
| P ₃ | | 12,22 |
| P _w | | 36,00 |
| P _s | | 158,08 |
| W% | | 22,77 |

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g P_w = P₁ - P₂
P_w = Peso del Agua, en g P_s = P₂ - P₃
P_s = Peso Suelo Seco, en g w = (P_w / P_s) x 100
W = Contenido de agua, en %



GRADACIÓN

| Tamiz, plg | Tamiz, mm | Peso [gr] | % Reten. | % Ret.Acum. | % Pasa |
|---------------|-----------|-----------|----------|---------------------------|--------|
| Peso inicial: | | 1.014,81 | [gr] | Peso final: 1.014,81 [gr] | |
| 3" | 76,20 | | | | |
| 2 1/2" | 63,500 | | | | |
| 2" | 50,800 | | | | |
| 1 1/2" | 38,100 | | | | |
| 1" | 25,400 | | | | |
| 3/4" | 19,050 | 0,00 | | | |
| 1/2" | 12,500 | 0,00 | | | |
| 3/8" | 9,500 | 0,00 | | | |
| 1/4" | 6,350 | 0,00 | | | |
| Nº 4 | 4,750 | 0,00 | | | |
| Nº 8 | 2,360 | 0,00 | | | |
| Nº 10 | 2,000 | 3,00 | 0,3% | 0,3% | 99,7% |
| Nº 16 | 1,190 | 9,50 | 0,9% | 1,2% | 98,8% |
| Nº 20 | 0,840 | 29,78 | 2,9% | 4,2% | 95,8% |
| Nº 30 | 0,595 | 86,40 | 8,5% | 12,7% | 87,3% |
| Nº 40 | 0,425 | 167,96 | 16,6% | 29,2% | 70,8% |
| Nº 50 | 0,297 | 173,42 | 17,1% | 46,3% | 53,7% |
| Nº 100 | 0,106 | 312,75 | 30,8% | 77,1% | 22,9% |
| Nº 200 | 0,075 | 199,50 | 19,7% | 96,8% | 3,2% |
| Pasa 200 | | 32,50 | 3,2% | 100,0% | 0,0% |
| Total | | | | | |



RESULTADOS

| | | | | |
|-----------------|------|---|--------|--------|
| Límite Líquido | N.L. | % | Gravas | 0,00% |
| Límite Plástico | N.P. | % | Arenas | 96,80% |
| Índice Plástico | - | % | Finos | 3,20% |

CLASIFICACIÓN

| | |
|-----------------|-------|
| Índice de Grupo | 1 |
| A.A.S.H.T.O. | A - 3 |
| U.S.C | SP |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195372 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilz@22@hotmail.com



REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

| | | | |
|-------------------|---|---------------------------------|----------------|
| Tesis: | ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022 | | |
| Tesistas: | RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE | | |
| Ubicación: | DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH | | |
| Calicata: | C-2 | Fecha : | JUNIO DEL 2023 |
| Muestra: | M-1 | Profundidad muestra (m): | 2,000-3,00 |

LÍMITES DE CONSISTENCIA

| LÍMITE LÍQUIDO | | | |
|------------------|-----------|--|--|
| Determinación No | | | |
| Número de Golpes | | | |
| Recipiente No. | | | |
| P ₁ | NL | | |
| P ₂ | | | |
| P ₃ | | | |
| P _w | | | |
| P _s | | | |
| W% | | | |

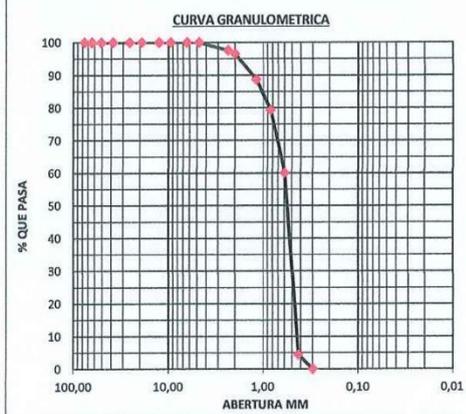
| LÍMITE PLÁSTICO | | | Humedad Natural |
|-----------------|-----------|--|-----------------|
| Recipiente No. | | | 6 |
| P ₁ | NP | | 140,25 |
| P ₂ | | | 118,90 |
| P ₃ | | | 9,20 |
| P _w | | | 21,35 |
| P _s | | | 109,70 |
| W% | | | 19,46 |

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g P_w = P₁ - P₂
P_w = Peso del Agua, en g P_s = P₂ - P₃
P_s = Peso Suelo Seco, en g w = (P_w / P_s) x 100
W = Contenido de agua, en %



GRADACIÓN

| Peso inicial: | 910,88 | [gr] | Peso final: | 910,88 | [gr] |
|---------------|-----------|-----------|-------------|------------|--------|
| Tamiz, p/g | Tamiz, mm | Peso [gr] | % Reten. | % Ret Acum | % Pasa |
| 3" | 76,20 | | | | |
| 2 1/2" | 63,500 | | | | |
| 2" | 50,800 | | | | |
| 1 1/2" | 38,100 | | | | |
| 1" | 25,400 | | | | |
| 3/4" | 19,050 | | | | |
| 1/2" | 12,500 | | | | |
| 3/8" | 9,500 | | | | 100,0% |
| 1/4" | 6,350 | 0,00 | 0,0% | 0,0% | 100,0% |
| Nº 4 | 4,750 | 0,00 | 0,0% | 0,0% | 100,0% |
| Nº 8 | 2,360 | 11,30 | 1,2% | 1,2% | 98,8% |
| Nº 10 | 2,000 | 10,85 | 1,2% | 2,4% | 97,6% |
| Nº 16 | 1,190 | 9,35 | 1,0% | 3,5% | 96,5% |
| Nº 20 | 0,840 | 26,30 | 2,9% | 6,3% | 93,7% |
| Nº 30 | 0,595 | 45,20 | 5,0% | 11,3% | 88,7% |
| Nº 40 | 0,425 | 85,20 | 9,4% | 20,7% | 79,3% |
| Nº 50 | 0,297 | 175,90 | 19,3% | 40,0% | 60,0% |
| Nº 100 | 0,106 | 311,48 | 34,2% | 74,2% | 25,8% |
| Nº 200 | 0,075 | 195,20 | 21,4% | 95,6% | 4,4% |
| Pasa 200 | | 40,10 | 4,4% | 100,0% | 0,0% |
| Total | | | | | |



| RESULTADOS | | | | |
|-----------------|------|---|--------|--------|
| Límite Líquido | N.L. | % | Gravas | 0,00% |
| Límite Plástico | N.P. | % | Arenas | 95,60% |
| Índice Plástico | - | % | Finos | 4,40% |

CLASIFICACIÓN

| | |
|-----------------|-----|
| Índice de Grupo | 1 |
| A.A.S.H.T.O. | A-3 |
| U.S.C | SP |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mc. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877130-945417124 e-mail: Wilz822@hotmail.com

REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

| | | | |
|-------------------|---|---------------------------------|----------------|
| Tesis: | ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022 | | |
| Tesistas: | RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ , WILSON ANDREE | | |
| Ubicación: | DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH | | |
| Calicata: | C-3 | Fecha : | JUNIO DEL 2023 |
| Muestra: | M-1 | Profundidad muestra (m): | 0.50-3.00 |

LÍMITES DE CONSISTENCIA

| LÍMITE LÍQUIDO | | |
|------------------|--|------|
| Determinación No | | |
| Número de Golpes | | |
| Recipiente No. | | |
| P ₁ | | N.L. |
| P ₂ | | |
| P ₃ | | |
| P _w | | |
| P _s | | |
| W% | | |

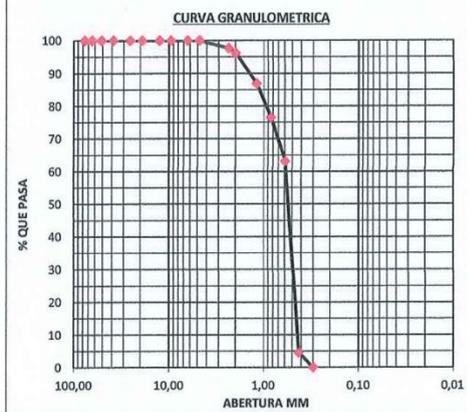
| LÍMITE PLÁSTICO | | Humedad Natural |
|-----------------|--|-----------------|
| Recipiente No. | | 6 |
| P ₁ | | 135,20 |
| P ₂ | | 114,10 |
| P ₃ | | 9,20 |
| P _w | | 21,10 |
| P _s | | 104,90 |
| W% | | 20,11 |

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P₃ = Peso del Recipiente, en g P_w = P₁ - P₂
P_w = Peso del Agua , en g P_s = P₂ - P₃
P_s = Peso Suelo Seco, en g w = (P_w / P_s) x 100
W = Contenido de agua, en %



GRADACIÓN

| Peso inicial: | 927,72 | [gr] | Peso final: | 927,72 | [gr] |
|---------------|-----------|-----------|-------------|-----------|--------|
| Tamiz, plg | Tamiz, mm | Peso [gr] | % Reten. | % RetAcum | % Pasa |
| 3" | 76,20 | | | | |
| 2 1/2" | 63,500 | | | | |
| 2" | 50,800 | | | | |
| 1 1/2" | 38,100 | | | | |
| 1" | 25,400 | | | | |
| 3/4" | 19,050 | | | | |
| 1/2" | 12,500 | | | | |
| 3/8" | 9,500 | | | | 100,0% |
| 1/4" | 6,350 | 0,00 | 0,0% | 0,0% | 100,0% |
| Nº 4 | 4,750 | 0,00 | 0,0% | 0,0% | 100,0% |
| Nº 8 | 2,360 | 9,32 | 1,0% | 1,0% | 99,0% |
| Nº 10 | 2,000 | 12,50 | 1,3% | 2,4% | 97,6% |
| Nº 16 | 1,190 | 13,65 | 1,5% | 3,8% | 96,2% |
| Nº 20 | 0,840 | 34,52 | 3,7% | 7,5% | 92,5% |
| Nº 30 | 0,595 | 51,90 | 5,6% | 13,1% | 86,9% |
| Nº 40 | 0,425 | 95,99 | 10,3% | 23,5% | 76,5% |
| Nº 50 | 0,297 | 124,78 | 13,5% | 36,9% | 63,1% |
| Nº 100 | 0,106 | 356,31 | 38,4% | 75,3% | 24,7% |
| Nº 200 | 0,075 | 186,25 | 20,1% | 95,4% | 4,6% |
| Pasa 200 | | 42,50 | 4,6% | 100,0% | 0,0% |
| Total | | | | | |



RESULTADOS

| | | | | |
|-----------------|------|---|--------|--------|
| Límite Líquido | N.L. | % | Gravas | 0,00% |
| Límite Plástico | N.P. | % | Arenas | 95,42% |
| Índice Plástico | - | % | Finos | 4,58% |

CLASIFICACIÓN

| | |
|-----------------|-------|
| Índice de Grupo | 1 |
| A.A.S.H.T.O. | A - 3 |
| S.U.C.S. | SP |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zeiaya Santos
CIP: 195273 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mc. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 95487150-945417124 e-mail: Wlzc822@hotmail.com

**REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318**

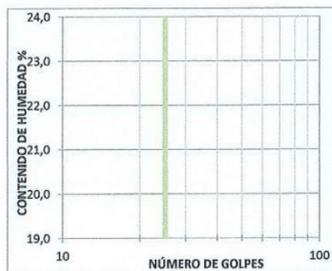
| | | | |
|-------------------|---|---------------------------------|----------------|
| Tesis: | ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022 | | |
| Tesistas: | RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE | | |
| Ubicación: | DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH | | |
| Calicata: | C-4 | Fecha : | JUNIO DEL 2023 |
| Muestra: | M-1 | Profundidad muestra (m): | 0.30-3.00 |

LÍMITES DE CONSISTENCIA

| LÍMITE LÍQUIDO | | | |
|------------------|--|----|--|
| Determinación No | | | |
| Número de Golpes | | | |
| Recipiente No. | | | |
| P ₁ | | NL | |
| P ₂ | | | |
| P ₃ | | | |
| P _w | | | |
| P _s | | | |
| W% | | | |

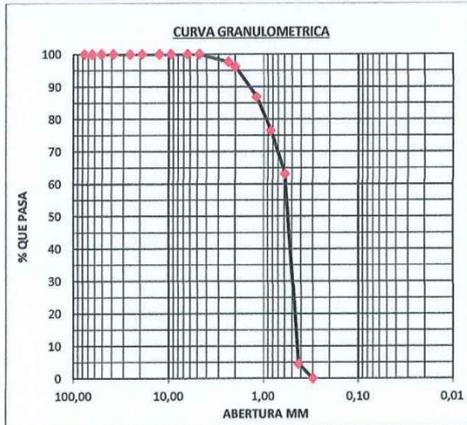
| LÍMITE PLÁSTICO | | | Humedad Natural |
|-----------------|--|----|-----------------|
| Recipiente No. | | | 6 |
| P ₁ | | NP | 135,20 |
| P ₂ | | | 133,96 |
| P ₃ | | | 9,20 |
| P _w | | | 1,24 |
| P _s | | | 124,76 |
| W% | | | 0,99 |

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g P_w = P₁ - P₂
P_w = Peso del Agua, en g P_s = P₂ - P₃
P_s = Peso Suelo Seco, en g w = (P_w / P_s) x 100
W = Contenido de agua, en %



GRADACIÓN

| Tamiz, plg | Tamiz, mm | Peso [gr] | % Reten. | % Ret Acum | % Pasa |
|--------------|-----------|-----------|----------|------------|--------|
| 3" | 76,20 | | | | |
| 2 1/2" | 63,500 | | | | |
| 2" | 50,800 | | | | |
| 1 1/2" | 38,100 | | | | |
| 1" | 25,400 | | | | |
| 3/4" | 19,050 | | | | |
| 1/2" | 12,500 | | | | |
| 3/8" | 9,500 | | | | 100,0% |
| 1/4" | 6,350 | 0,00 | 0,0% | 0,0% | 100,0% |
| Nº 4 | 4,750 | 0,00 | 0,0% | 0,0% | 100,0% |
| Nº 8 | 2,360 | 9,32 | 1,0% | 1,0% | 99,0% |
| Nº 10 | 2,000 | 12,50 | 1,3% | 2,4% | 97,6% |
| Nº 16 | 1,190 | 13,65 | 1,5% | 3,8% | 96,2% |
| Nº 20 | 0,840 | 34,52 | 3,7% | 7,5% | 92,5% |
| Nº 30 | 0,595 | 51,90 | 5,6% | 13,1% | 86,9% |
| Nº 40 | 0,425 | 95,99 | 10,3% | 23,5% | 76,5% |
| Nº 50 | 0,297 | 124,78 | 13,5% | 36,9% | 63,1% |
| Nº 100 | 0,106 | 356,31 | 38,4% | 75,3% | 24,7% |
| Nº 200 | 0,075 | 186,25 | 20,1% | 95,4% | 4,6% |
| Pasa 200 | | 42,50 | 4,6% | 100,0% | 0,0% |
| Total | | | | | |



RESULTADOS

| | | | | |
|-----------------|------|---|--------|--------|
| Límite Líquido | N.L. | % | Gravas | 0,00% |
| Límite Plástico | N.P. | % | Arenas | 95,42% |
| Índice Plástico | - | % | Finos | 4,58% |

CLASIFICACIÓN

| | |
|-----------------|-------|
| Índice de Grupo | 1 |
| A.A.S.H.T.O. | A - 3 |
| S.U.C.S. | SP |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 125372 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mc. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilz@822@hotmail.com

**REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318**

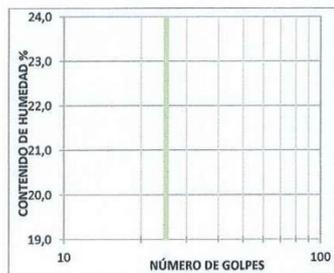
| | | | |
|-------------------|---|---------------------------------|----------------|
| Tesis: | ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022 | | |
| Testistas: | RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VÁSQUEZ, WILSON ANDREE | | |
| Ubicación: | DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH | | |
| Calicata: | C-5 | Fecha : | JUNIO DEL 2023 |
| Muestra: | M-1 | Profundidad muestra (m): | 0.40-3.00 |

LÍMITES DE CONSISTENCIA

| LÍMITE LÍQUIDO | | | |
|------------------|--|--|----|
| Determinación No | | | |
| Número de Golpes | | | |
| Recipiente No. | | | |
| P ₁ | | | NL |
| P ₂ | | | |
| P ₃ | | | |
| P _w | | | |
| P _s | | | |
| W% | | | |

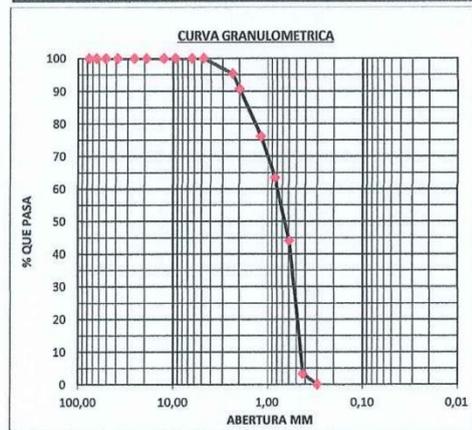
| LÍMITE PLÁSTICO | | | Humedad Natural |
|-----------------|--|--|-----------------|
| Recipiente No. | | | 6 |
| P ₁ | | | 145,90 |
| P ₂ | | | 140,20 |
| P ₃ | | | 12,50 |
| P _w | | | 5,70 |
| P _s | | | 127,70 |
| W% | | | 4,46 |

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g P_w = P₁ - P₂
P_w = Peso del Agua, en g P_s = P₂ - P₃
P_s = Peso Suelo Seco, en g w = (P_w/P_s) x 100
W = Contenido de agua, en %



GRADACIÓN

| Tamiz, plg | Tamiz, mm | Peso [gr] | % Reten. | % Ret.Acum | % Pasa |
|------------|-----------|-----------|----------|------------|--------|
| 3" | 76,20 | | | | |
| 2 1/2" | 63,500 | | | | |
| 2" | 50,800 | | | | |
| 1 1/2" | 38,100 | | | | |
| 1" | 25,400 | | | | |
| 3/4" | 19,050 | | | | |
| 1/2" | 12,500 | | | | |
| 3/8" | 9,500 | | | | 100,0% |
| 1/4" | 6,350 | 0,00 | 0,0% | 0,0% | 100,0% |
| Nº 4 | 4,750 | 0,00 | 0,0% | 0,0% | 100,0% |
| Nº 8 | 2,380 | 13,25 | 1,3% | 1,3% | 98,7% |
| Nº 10 | 2,000 | 32,50 | 3,3% | 4,7% | 95,3% |
| Nº 16 | 1,190 | 45,25 | 4,6% | 9,3% | 90,7% |
| Nº 20 | 0,840 | 65,90 | 6,7% | 16,0% | 84,0% |
| Nº 30 | 0,595 | 78,25 | 8,0% | 23,9% | 76,1% |
| Nº 40 | 0,425 | 124,50 | 12,7% | 36,6% | 63,4% |
| Nº 50 | 0,297 | 190,20 | 19,3% | 55,9% | 44,1% |
| Nº 100 | 0,106 | 255,60 | 26,0% | 81,9% | 18,1% |
| Nº 200 | 0,075 | 145,20 | 14,8% | 96,7% | 3,3% |
| Pasa 200 | | 32,50 | 3,3% | 100,0% | 0,0% |
| Total | | | | | |



RESULTADOS

| | | | | |
|-----------------|------|---|--------|--------|
| Límite Líquido | N.L. | % | Gravas | 0,00% |
| Límite Plástico | N.P. | % | Arenas | 96,69% |
| Índice Plástico | - | % | Finos | 3,31% |

CLASIFICACIÓN

| | |
|-----------------|-------|
| Índice de Grupo | 1 |
| A.A.S.H.T.O. | A - 3 |
| S.U.C.S. | SP |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Celaya Santos
CIP. 192873 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 95487150-945417124 e-mail: Wilz@822@hotmail.com

REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

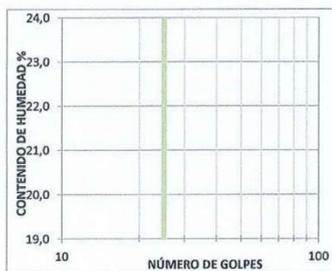
| | | | |
|-------------------|---|---------------------------------|----------------|
| Tesis: | ANÁLISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022 | | |
| Testistas: | RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE | | |
| Ubicación: | DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH | | |
| Calicata: | C-6 | Fecha : | JUNIO DEL 2023 |
| Muestra: | M-1 | Profundidad muestra (m): | 0.60-3.00 |

LÍMITES DE CONSISTENCIA

| LÍMITE LÍQUIDO | |
|------------------|----|
| Determinación No | |
| Número de Golpes | |
| Recipiente No. | |
| P ₁ | NL |
| P ₂ | |
| P ₃ | |
| P _w | |
| P _s | |
| W% | |

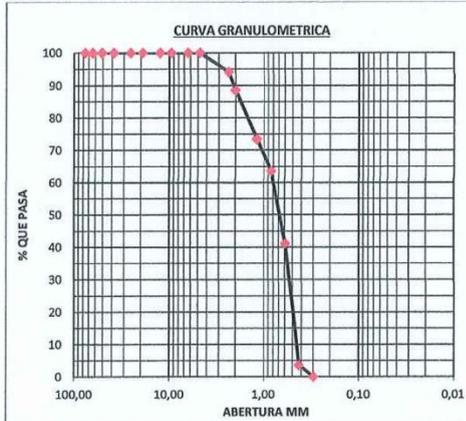
| LÍMITE PLÁSTICO | | Humedad Natural |
|-----------------|----|-----------------|
| Recipiente No. | | 6 |
| P ₁ | NP | 169,20 |
| P ₂ | | 159,90 |
| P ₃ | | 12,50 |
| P _w | | 9,30 |
| P _s | | 147,40 |
| W% | | 6,31 |

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g P_w = P₁ - P₂
P_w = Peso del Agua, en g P_s = P₂ - P₃
P_s = Peso Suelo Seco, en g w = (P_w / P_s) x 100
W = Contenido de agua, en %



GRADACIÓN

| Tamiz, plg | Tamiz, mm | Peso [gr] | % Reten. | % Ret.Acum | % Pasa |
|--------------|-----------|-----------|----------|------------|--------|
| 3" | 76,20 | | | | |
| 2 1/2" | 63,500 | | | | |
| 2" | 50,800 | | | | |
| 1 1/2" | 38,100 | | | | |
| 1" | 25,400 | | | | |
| 3/4" | 19,050 | | | | |
| 1/2" | 12,500 | | | | |
| 3/8" | 9,500 | | | | 100,0% |
| 1/4" | 6,350 | 0,00 | 0,0% | 0,0% | 100,0% |
| Nº 4 | 4,750 | 0,00 | 0,0% | 0,0% | 100,0% |
| Nº 8 | 2,360 | 23,20 | 2,0% | 2,0% | 98,0% |
| Nº 10 | 2,000 | 45,60 | 3,9% | 5,9% | 94,1% |
| Nº 16 | 1,190 | 65,32 | 5,6% | 11,4% | 88,6% |
| Nº 20 | 0,840 | 78,90 | 6,7% | 18,2% | 81,8% |
| Nº 30 | 0,595 | 98,67 | 8,4% | 26,6% | 73,4% |
| Nº 40 | 0,425 | 115,47 | 9,8% | 36,4% | 63,6% |
| Nº 50 | 0,297 | 263,50 | 22,5% | 58,9% | 41,1% |
| Nº 100 | 0,106 | 315,40 | 26,9% | 85,8% | 14,2% |
| Nº 200 | 0,075 | 124,50 | 10,6% | 96,4% | 3,6% |
| Pasa 200 | | 42,50 | 3,6% | 100,0% | 0,0% |
| Total | | | | | |



RESULTADOS

| | | | | |
|-----------------|------|---|--------|--------|
| Limite Líquido | N.L. | % | Gravas | 0,00% |
| Limite Plástico | N.P. | % | Arenas | 96,38% |
| Indice Plástico | - | % | Finos | 3,62% |

CLASIFICACIÓN

| | |
|-----------------|-----|
| Indice de Grupo | 1 |
| A.A.S.H.T.O. | A-3 |
| S.U.C.S. | SP |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195713 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



ENSAYOS QUIMICOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195273 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 – Nuevo Chimbote – RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 -945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

| |
|---|
| INFORME |
| ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS, ROCAS Y AGUA |

TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022

TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA JUNIO DEL 2023

MUESTRA : AGUA FREATICA

| | | | | |
|--------------------|--------|--|--------------|-------------|
| Código de Muestra | : --- | | Profundidad: | 1.00 - 3.00 |
| Sondaje / Calicata | : C-05 | | | |
| Nº de Muestra | : M-1 | | | |
| Progresiva | : --- | | | |

| | | |
|---|-------|--------|
| SALES SOLUBLES TOTALES (NTP 339.152 / BS 1377-Part 3) | 14995 | p.p.m. |
| | 1,500 | % |

| | | |
|---|-------|--------|
| SULFATOS SOLUBLES (NTP 339.178 / AASHTO T290) | 13785 | p.p.m. |
| | 1,379 | % |

| | | |
|--|--------|--------|
| CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES (NTP 339.177 / AASHTO T291) | 1549 | p.p.m. |
| | 0,1549 | % |

OBSERVACIONES:

- * SP - Arena mal graduada no plastica saturada de color gris claro
- * Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 – Nuevo Chimbote – RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 -945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

INFORME

ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS, ROCAS Y AGUA

TESIS ANALISIS Y EVALUACION DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS
EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE 2022

TESISTAS RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL - RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA JUNIO DEL 2023

MUESTRA : AGUA FREATICA

Código de Muestra : --- Profundidad: 1.00 - 3.00

Sondaje / Calicata : C-1

N° de Muestra : M-1

Progresiva : ---

| | |
|---|--------------|
| SALES SOLUBLES TOTALES (NTP 339.152 / BS 1377-Part 3) | 14995 p.p.m. |
| | 1,500 % |

| | |
|---|--------------|
| SULFATOS SOLUBLES (NTP 339.178 / AASHTO T290) | 13785 p.p.m. |
| | 1,379 % |

| | |
|--|-------------|
| CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES (NTP 339.177 / AASHTO T291) | 1549 p.p.m. |
| | 0,1549 % |

OBSERVACIONES:

- * SP - Arena mal graduada no plastica saturada de color gris claro
- * Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 12/1796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



FOTOGRAFIAS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC: 20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALID. ALEN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,



Excavacion de calicatas



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departam
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Wilze Zevallos Santos
- INGENIERO C - 127196
- ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALID. AIEN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,



Fig. 1: Ensayo de Penetración Ligera DPL – 01



Fig. 2: Ensayo de Penetración Ligera DPL – 02



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Lambayeque
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. J. Ze aya Santos
REGISTRADOR C - 127796
STA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALID. AEN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,



Fig. 3: Ensayo de Penetración Ligera DPL – 03



Fig. 4: Ensayo de Penetración Ligera DPL – 04



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Depto. Tarma
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com
INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
[Signature]
n J. Ze aya Santos
CONSULTOR C - 127796
STA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALID. AIEN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,



Fig. 5: Ensayo de Penetración Ligera DPL – 05



Fig. 6: Ensayo de Penetración Ligera DPL – 06



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departam
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.

INFORME EN CARPETA DE TESIS UNS/2023/GIC/ ZONIFICACION

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
n. J. Ze aya Santos
REGISTRADOR C - 121796
STA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

ANEXO 2

***FICHA DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD
SÍSMICA DEL MÉTODO DEL ÍNDICE DE
VULNERABILIDAD BENEDETTI-PETRINI***

| | | | |
|--|--|------------------------------------|--|
| | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | | |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | | |
| AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo | |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: _____
 DNI: _____
 MZ: _____ LTE: _____
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: _____
 AUTOCONSTRUCCIÓN: _____
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: _____
 SOTANOS: _____
 FACTOR DE USO (U): _____
 SISTEMA ESTRUCTURAL: _____
 AREA DE TERRENO (m2): _____
 hn: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): _____
 AP: AREA DE PLANTA TIPICA (m2): _____
 NUMERO DE PISOS (N): _____
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): _____
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): _____
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): _____
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: _____



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E -070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "te": $t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3

-h: Altura promedio de Entrepiso (m): _____, t (m) = _____
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = _____
 -Conclusión: _____

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σm"

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2 f' m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f' m$$

, Donde f'm (Tn/m2) = _____
 -Conclusión: _____

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$$\frac{\text{Área de Cortes de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\sum L_i \cdot Z_{L.S.N}}{A_p \cdot S_6}$$

-Conclusión: _____

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

- Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "T" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que: $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$

-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:

$$V_m = 0,5 v'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_g \quad \text{Para Unidades de arcilla y de concreto}$$

$$V_m = 0,35 v'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_g \quad \text{Para Unidades Sílico-calcareas}$$

, Donde v'm (Tn/m2) = _____

- Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

$$V_c \leq 0,55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisible}$$

donde: "Vc" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "Vm" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería

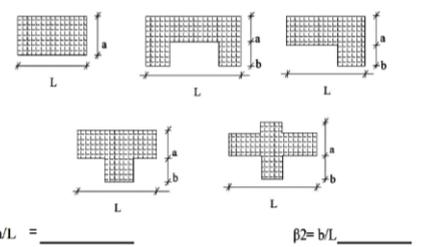
-Conclusión: _____

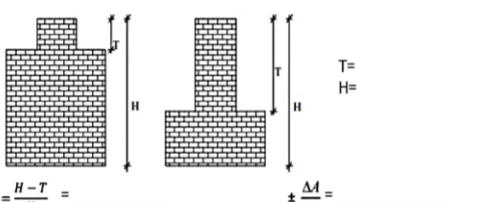
3.5. Calificación:

| | |
|---|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

| | | |
|--|--|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL | | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |
| RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | | |

| 5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES: | |
|-----------------------------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

| 6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA: | |
|--|--|
|  | |
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

| 7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN: | |
|---|--|
|  | |
| A | $RL > 0.66$; $+ \Delta A / A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq + \Delta A / A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq + \Delta A / A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $+ \Delta A / A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

| 8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS: | |
|---|---------------------------------|
| -L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: | _____ m |
| -S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): | _____ m |
| -L/S= | _____ |
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

| 9. TIPO DE CUBIERTA: | |
|----------------------|---|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

| 10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES: | |
|---------------------------------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

| 11. ESTADO DE CONSERVACIÓN: | |
|-----------------------------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |



METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS



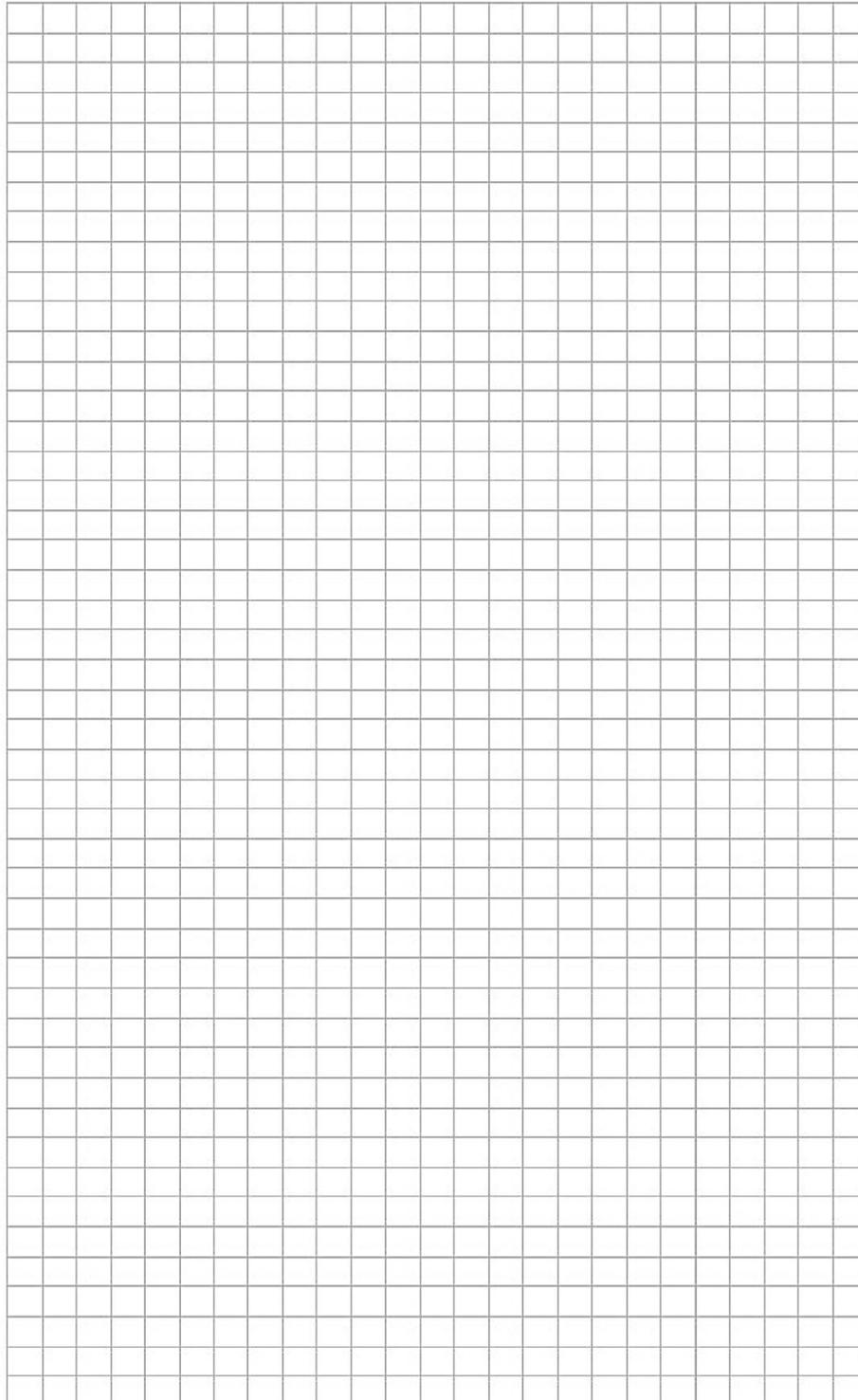
TESIS:

“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES
AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022”

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



ANEXO 3

***RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE
VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL MÉTODO DEL
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD BENEDETTI-
PETRINI Y RIESGO SÍSMICO DE VIVIENDA
UBICADA EN LA MZ. 20 LT. 23 DEL P.J. SAN
JUAN, CHIMBOTE***

1. RESULTADOS DE EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA MEDIANTE FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS APLICANDO LA METODOLOGÍA BENEDETTI-PETRINI (1982)

Para ejemplificar la utilización del método para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo sísmico de viviendas, a continuación, se muestra el desarrollo y los resultados obtenidos mediante la ficha de recolección de datos basada en la metodología Benedetti-Petrini aplicada en una vivienda unifamiliar de dos pisos ubicada en la Mz. 20 Lt. 23 del P.J. San Juan, Chimbote, la cual es mostrada en la Figura 1 (frente) y Figura 2 (fondo):

Figura 1

Vista de Frente de vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23 del P.J. San Juan, Chimbote.



Figura 2

Vista de fondo lateral de vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23 del P.J. San Juan, Chimbote.



Primero se tomaron datos técnicos de la vivienda en evaluación, tales como posible autoconstrucción, área del terreno, altura total y promedio por piso de la edificación, número de pisos, sistema estructural, uso de la edificación, existencia de sótanos, etapa de construcción de la vivienda, etc. En la Tabla 1 se muestra los datos que se obtuvieron del llenado de la ficha al visitar la vivienda, así mismo, en la Figura 3 y Figura 4 se muestra el croquis de los pisos de la vivienda que se realizaron in situ con el objetivo de obtener las áreas de muros en los ejes X e Y, como también las áreas tributarias y techadas de losas aligeradas o cubierta ligera.

Tabla 1

Datos técnicos de la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23 del P.J. San Juan, Chimbote.

| I. DATOS TÉCNICOS | | | |
|--|----------------------------|--------------|-----------------------|
| PROPIETARIO: | Gabriel | Emiterio | Quezada |
| DNI: | 32795377 | | |
| MZ: | 20 | LTE: | 23 |
| AÑO DE CONSTRUCCIÓN: | 1989 (34 años) | | |
| AUTOCONSTRUCCIÓN: | Si | | |
| ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: | No | | |
| SOTANOS: | No | | |
| FACTOR DE USO: | Vivienda | Unifamiliar- | Categoría Tipo C -1.0 |
| SISTEMA ESTRUCTURAL: | Albañilería Confinada | | |
| AREA DE TERRENO (m2): | 8 x 25 m (200 m2) | | |
| hn: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): | 5.70 m | | |
| AP: AREA DE PLANTA TIPICA (m2): | 8x12.15 m (97.20 m2) | | |
| NUMERO DE PISOS (N): | 2 | | |
| h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): | 2.65 m | | |
| FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): | Z4 - 0.45g | | |
| PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): | S3- 1.10 | | |
| ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: | “D” - Vivienda Consolidada | | |



El lote 23, ubicada en la manzana 20, es una vivienda de albañilería confinada de dos pisos, el cual tiene una forma rectangular cuya área de terreno es de 200 m², teniendo como

lindero por el frente al Pasaje N° 50 con 8.00 m, por la derecha al Lote 24 con propiedad de terceros con 25.00 m, por la izquierda al Lote 22 con propiedad de terceros con 25.00 m y por el fondo al Lote 9 con propiedad de terceros con 8.00 m.

Figura 3
Croquis del primer piso de la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23 del P.J. San Juan, Chimbote.

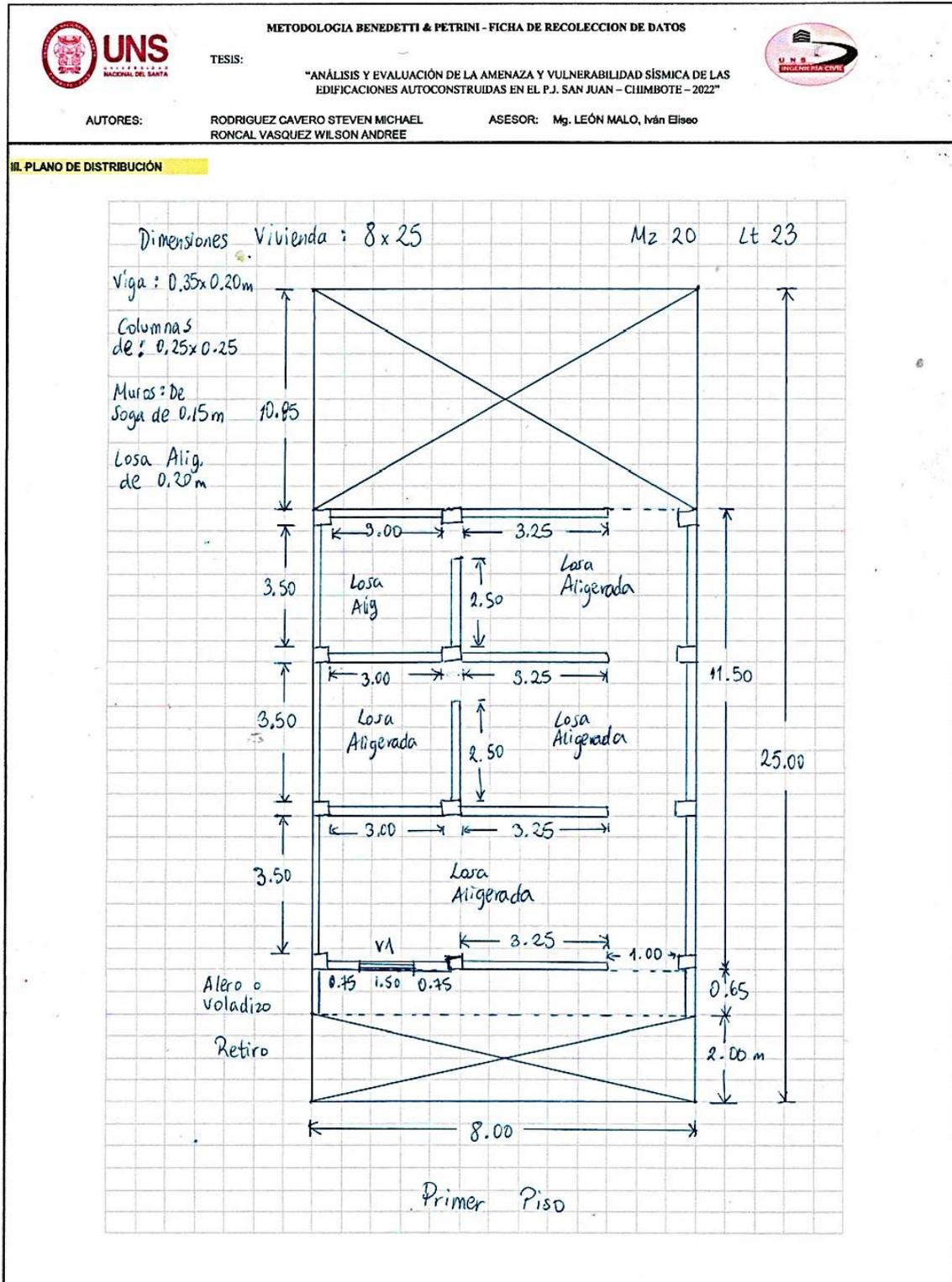
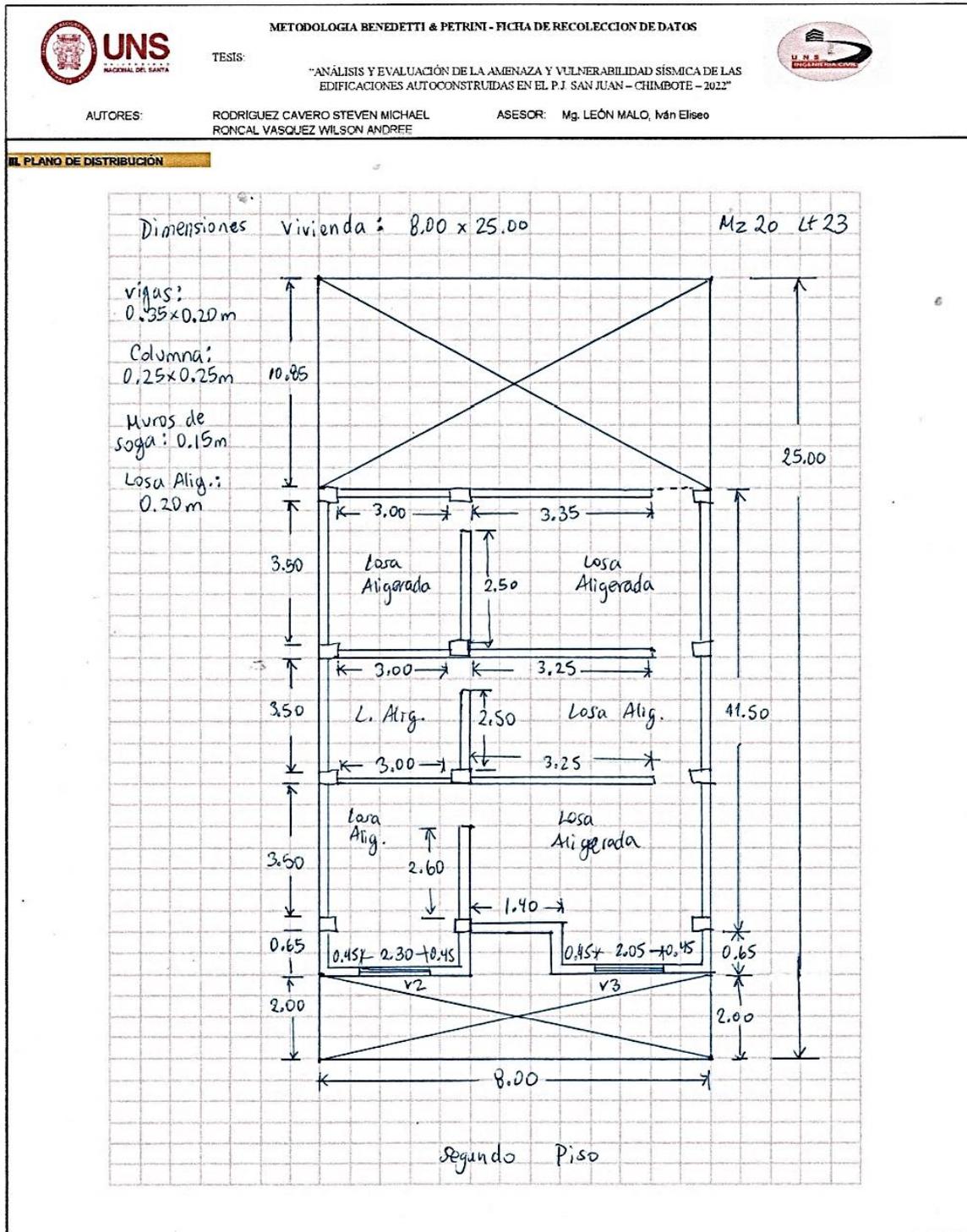


Figura 4

Croquis del segundo piso de la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23 del P.J. San Juan, Chimbote.



A continuación, se detalla el procedimiento de la descripción de cada parámetro de acuerdo con las observaciones de la vivienda evaluada.

1.1. PARÁMETRO N° 1: ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

De acuerdo con este parámetro se observó que la estructura de la vivienda presenta en gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta asimismo una aceptable conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. Además, la vivienda no contó con asesoría técnica y supervisión de un profesional en su construcción.

Por lo tanto, de acuerdo con el parámetro 1, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 12 anteriormente expuesta en el Capítulo II, dentro de la clase B.

1.2. PARÁMETRO N° 2: CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE

De acuerdo con este parámetro se observó que los muros de albañilería de la vivienda presentan ladrillos artesanales de arcilla y en algunos partes ladrillo de concreto, estando algunas unidades deterioradas no encontrándose en perfectas condiciones, asimismo el espesor del mortero de sus juntas es de (2-3) cm de espesor, lo cual no cumple con la norma E.070 (Figura 5 y Figura 6). Además, se observó el uso de ladrillo tubular o pandereta en muros portantes en el segundo nivel de la vivienda.

Por lo tanto, de acuerdo con el parámetro 2, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 14 anteriormente expuesta en el Capítulo II, dentro de la clase C, debido a que la configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A.

Figura 5

Muro de albañilería de la Mz 20 Lt. 23, donde el espesor del mortero de sus juntas es de (2-3) cm de espesor.



Figura 6

Muro de albañilería de la Mz 20 Lt. 23, estando algunas unidades deterioradas no encontrándose en perfectas condiciones.



1.3. PARÁMETRO N° 3: RESISTENCIA CONVENCIONAL

En este parámetro se asignaron las clases de vulnerabilidad en función al nivel de resistencia de una edificación ante la fuerza sísmica a la que estará sometida la misma, por lo tanto la evaluación se realizó de acuerdo a los requisitos estructurales mínimos de acuerdo a la Norma E.070-Albañilería, dentro de las cuales se verificó el espesor mínimo efectivo que deba tener los muros, el esfuerzo axial máximo sobre el mismo, así como también la densidad mínima de muros que deba tener la estructura, asimismo se realizó la verificación de la resistencia al corte del edificio.

Asimismo, este parámetro relacionó el corte que resisten los muros y la fuerza basal actuante en la base de la estructura por ello fue necesario saber el tipo de uso que tiene la edificación, la cantidad de pisos para determinar el peso total de la edificación y la altura de este, la ubicación y el área total construida de la edificación.

Por ello se evaluaron los siguientes requisitos estructurales mínimos (Norma E.070 – Albañilería, 2020):

a) Verificación del espesor efectivo "t":

El espesor efectivo (espesor del muro sin tarrajeo u otros revestimientos) mínimo será según la Ecuación 1:

Ecuación 1

Espesor efectivo mínimo para vivienda de la Mz. 20 Lt. 23.

$$t \geq \frac{h}{20}, \text{ Para las zonas Sísmicas 2,3 y 4}$$

Donde:

- t: Espesor efectivo mínimo (m).
- h: Altura libre (m) entre los elementos de arriostre horizontales o la altura efectiva de pandeo (distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre).

Se verificó el espesor mínimo requerido mediante el Artículo 19 de la norma E-070 con relación a la altura libre “h” entre los elementos de arriostre horizontales para la zona 4, estableciéndose que debe ser igual o mayor a 0.1325 m según la Ecuación 1.

El espesor efectivo determinado en los muros de la vivienda fue generalmente de 0.14 m, siendo la disposición de los muros de sogá, en conclusión, cumplió con la verificación del espesor efectivo “t”.

Tabla 2

Verificación del espesor efectivo “t”.

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

$$t \geq \frac{h}{20} \text{ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3}$$

| | | | |
|--|--|------------|---------------|
| -h: Altura promedio de Entrepiso (m): | <u>2.65 m</u> | , t (m) >= | <u>0.13 m</u> |
| -t: Espesor efectivo de muro actual (m)= | <u>0.14</u> | | |
| -Conclusión: | Los muros de la vivienda cumplen con el espesor mínimo efectivo. | | |

b) Verificación del Esfuerzo Axial Máximo:

El esfuerzo axial máximo (σ_m) producido por la carga de gravedad máxima de servicio (P_m), incluyendo el 100% de sobrecarga, será inferior a (Ecuación 2):

Ecuación 2

Esfuerzo Axial Máximo para vivienda de la Mz. 20 Lt. 23.

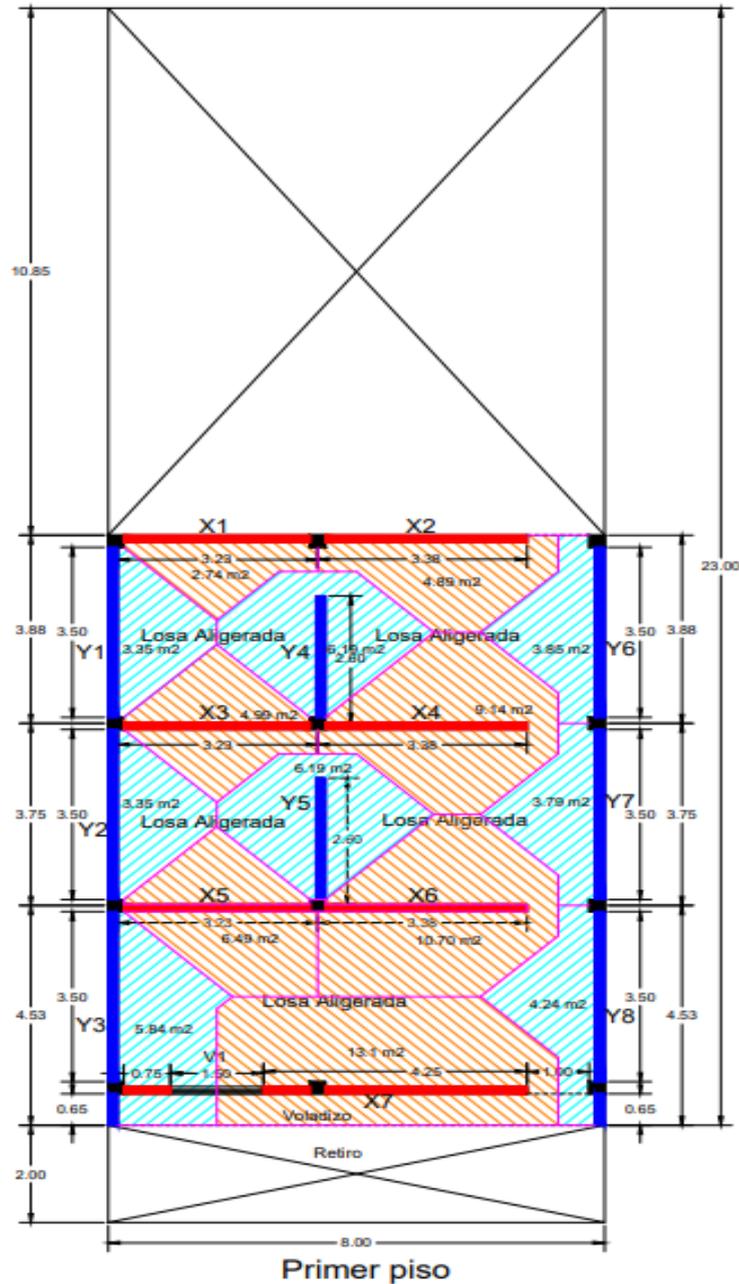
$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2f'm \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15f'm$$

Donde:

- σ_m : Esfuerzo axial máximo (Tn/m²).
- L: Longitud total del muro (m).

- P_m : Carga gravitacional máxima de servicio en un muro, metrada con el 100% de sobrecarga (T_n).
- f'_m : resistencia característica a compresión axial de la albañilería. (T_n/m^2).

Figura 7
Área Tributaria típica.



Para el cálculo de la carga P_m , se realizó el Metrado de cargas sobre cada muro portante. Para ello se hizo el cálculo de las áreas tributarias, el cual es típico.

Para los cálculos se emplearon los siguientes datos:

- *Peso específico del concreto: 2400 kg/m³
- *Peso por unidad de diafragma e=0.20m:300 kg/m²
- *Peso específico del muro:1800 kg/m³
- *Peso de acabados:100 kg/m²
- *Sobrecarga de pisos: 200 kg/m²
- *Sobrecarga de azotea: 100 kg/m²
- *f_m resistencia característica a la compresión Pilas: 350 kg/cm²

PRIMER PISO

Los muros del primer piso soportan las cargas de los muros del segundo piso, la losa del primer nivel y las vigas. Así como también la carga viva para pisos. En los siguientes Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6, se detallaron el Metrado de cargas por muro, para cada dirección “x” e “y”:

Tabla 3

Cargas en el muro – dirección “x” Piso 01.

| # | L(m) | t(m) | Área tributaria | Peso Muro | Peso Losa+Acabados | Peso de viga | | | CM(Kg) | S/C (Kg/m ²) | CV(Kg) | Pm=CM+CV (kg) | |
|-----------|------|------|-----------------|-----------|--------------------|--------------|-----------|-------------|--------|--------------------------|--------|---------------|----------|
| | | | | | | Long. (m) | Base. (m) | Altura. (m) | | | | | |
| X1 | 3.23 | 0.15 | 2.74 | 2311.07 | 1096.00 | 3.23 | 0.35 | 0.20 | 542.64 | 3949.71 | 200.00 | 548.00 | 4497.71 |
| X2 | 3.38 | 0.15 | 4.89 | 2418.39 | 1956.00 | 3.38 | 0.35 | 0.20 | 567.84 | 4942.23 | 200.00 | 978.00 | 5920.23 |
| X3 | 3.23 | 0.15 | 4.99 | 2311.07 | 1996.00 | 3.23 | 0.35 | 0.20 | 542.64 | 4849.71 | 200.00 | 998.00 | 5847.71 |
| X4 | 3.38 | 0.15 | 9.14 | 2418.39 | 3656.00 | 3.38 | 0.35 | 0.20 | 567.84 | 6642.23 | 200.00 | 1828.00 | 8470.23 |
| X5 | 3.23 | 0.15 | 6.49 | 2311.07 | 2596.00 | 3.23 | 0.35 | 0.20 | 542.64 | 5449.71 | 200.00 | 1298.00 | 6747.71 |
| X6 | 3.38 | 0.15 | 10.70 | 2418.39 | 4280.00 | 3.38 | 0.35 | 0.20 | 567.84 | 7266.23 | 200.00 | 2140.00 | 9406.23 |
| X7 | 4.25 | 0.15 | 13.10 | 3040.88 | 5240.00 | 4.25 | 0.35 | 0.20 | 714.00 | 8994.88 | 200.00 | 2620.00 | 11614.88 |

Tabla 4

Cargas en el muro – dirección “y” Piso 01

| # | L(m) | t(m) | Área tributaria | Peso Muro | Peso Losa+Acabados | Peso de viga | | | | CM(Kg) | S/C (Kg/m ²) | CV(Kg) | Pm=CM+CV (kg) |
|-----------|------|------|-----------------|-----------|--------------------|--------------|-----------|-------------|--------|---------|--------------------------|--------|---------------|
| | | | | | | Long. (m) | Base. (m) | Altura. (m) | Peso | | | | |
| Y1 | 3.88 | 0.15 | 3.35 | 2776.14 | 1340 | 3.88 | 0.35 | 0.2 | 651.84 | 4767.98 | 200 | 670 | 5437.98 |
| Y2 | 3.75 | 0.15 | 3.35 | 2683.13 | 1340 | 3.75 | 0.35 | 0.2 | 630 | 4653.13 | 200 | 670 | 5323.13 |
| Y3 | 4.53 | 0.15 | 5.84 | 3241.22 | 2336 | 4.53 | 0.35 | 0.2 | 761.04 | 6338.26 | 200 | 1168 | 7506.26 |
| Y4 | 2.60 | 0.15 | 6.19 | 1860.30 | 2476 | 2.60 | 0.35 | 0.2 | 436.8 | 4773.10 | 200 | 1238 | 6011.10 |
| Y5 | 2.60 | 0.15 | 6.19 | 1860.30 | 2476 | 2.60 | 0.35 | 0.2 | 436.8 | 4773.10 | 200 | 1238 | 6011.10 |
| Y6 | 3.88 | 0.15 | 3.85 | 2776.14 | 1540 | 3.88 | 0.35 | 0.2 | 651.84 | 4967.98 | 200 | 770 | 5737.98 |
| Y7 | 3.75 | 0.15 | 3.79 | 2683.13 | 1516 | 3.75 | 0.35 | 0.2 | 630 | 4829.13 | 200 | 758 | 5587.13 |
| Y8 | 4.53 | 0.15 | 4.24 | 3241.22 | 1696 | 4.53 | 0.35 | 0.2 | 761.04 | 5698.26 | 200 | 848 | 6546.26 |

Verificación del esfuerzo axial máximo Primer Piso – Dirección x:

Tabla 5

Verificación del esfuerzo axial máximo Primer Piso – Dirección x.

| Dirección X | | Diseño por Carga vertical | | | | | | | |
|-------------|----------------|---------------------------|-------|-------|-------------------------|------------------------------|--|-----------|--------------|
| Muro | Pm=CM+CV (ton) | h (m) | L (m) | t (m) | A=L.t (m ²) | $\sigma_m = \frac{P_m}{L.t}$ | $0.2f'm \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ | $0.15f'm$ | Verificación |
| X1 | 4.50 | 2.65 | 3.23 | 0.15 | 0.48 | 0.93 | 5.22 | 5.25 | OK |
| X2 | 5.92 | 2.65 | 3.38 | 0.15 | 0.51 | 1.17 | 5.22 | 5.25 | OK |
| X3 | 5.85 | 2.65 | 3.23 | 0.15 | 0.48 | 1.21 | 5.22 | 5.25 | OK |
| X4 | 8.47 | 2.65 | 3.38 | 0.15 | 0.51 | 1.67 | 5.22 | 5.25 | OK |
| X5 | 6.75 | 2.65 | 3.23 | 0.15 | 0.48 | 1.39 | 5.22 | 5.25 | OK |
| X6 | 9.41 | 2.65 | 3.38 | 0.15 | 0.51 | 1.86 | 5.22 | 5.25 | OK |
| X7 | 11.61 | 2.65 | 4.25 | 0.15 | 0.64 | 1.82 | 5.22 | 5.25 | OK |

Verificación del esfuerzo axial máximo Primer Piso – Dirección y:

Tabla 6

Verificación del esfuerzo axial máximo Primer Piso – Dirección y.

| Dirección X | | Diseño por Carga vertical | | | | | | | |
|-------------|----------------|---------------------------|-------|-------|-------------------------|------------------------------|--|-----------|--------------|
| Muro | Pm=CM+CV (ton) | h (m) | L (m) | t (m) | A=L.t (m ²) | $\sigma_m = \frac{P_m}{L.t}$ | $0.2f'm \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ | $0.15f'm$ | Verificación |
| Y1 | 5.44 | 2.65 | 3.88 | 0.15 | 0.58 | 0.93 | 5.22 | 5.25 | OK |
| Y2 | 5.32 | 2.65 | 3.75 | 0.15 | 0.56 | 0.95 | 5.22 | 5.25 | OK |
| Y3 | 7.51 | 2.65 | 4.53 | 0.15 | 0.68 | 1.10 | 5.22 | 5.25 | OK |
| Y4 | 6.01 | 2.65 | 2.60 | 0.15 | 0.39 | 1.54 | 5.22 | 5.25 | OK |
| Y5 | 6.01 | 2.65 | 2.60 | 0.15 | 0.39 | 1.54 | 5.22 | 5.25 | OK |
| Y6 | 5.74 | 2.65 | 3.88 | 0.15 | 0.58 | 0.99 | 5.22 | 5.25 | OK |
| Y7 | 5.59 | 2.65 | 3.75 | 0.15 | 0.56 | 0.99 | 5.22 | 5.25 | OK |
| Y8 | 6.55 | 2.65 | 4.53 | 0.15 | 0.68 | 0.96 | 5.22 | 5.25 | OK |

SEGUNDO PISO

Los muros del segundo piso soportan las cargas de la losa del segundo nivel y las vigas. Así como también la carga viva para azotea. En los siguientes cuadros se detalla el Metrado de cargas por muro, para cada dirección “x” e “y”:

Tabla 7

Cargas en el muro – dirección “x” Piso 02.

| # | Area tributaria | Peso Losa+Acabados | Peso de viga | | | Peso | CM(Kg) | S/C (Kg/m ²) | CV(Kg) | Pm=CM+CV |
|-----------|--------------------|-----------------------|--------------|-----------|-------------|--------|---------|-----------------------------|---------|----------|
| | | | Long. (m) | Base. (m) | Altura. (m) | | | | | |
| X1 | 2.74 | 1096.00 | 3.23 | 0.35 | 0.20 | 542.64 | 1638.64 | 100.00 | 274.00 | 1912.64 |
| X2 | 4.89 | 1956.00 | 3.38 | 0.35 | 0.20 | 567.84 | 2523.84 | 100.00 | 489.00 | 3012.84 |
| X3 | 4.99 | 1996.00 | 3.23 | 0.35 | 0.20 | 542.64 | 2538.64 | 100.00 | 499.00 | 3037.64 |
| X4 | 9.14 | 3656.00 | 3.38 | 0.35 | 0.20 | 567.84 | 4223.84 | 100.00 | 914.00 | 5137.84 |
| X5 | 6.49 | 2596.00 | 3.23 | 0.35 | 0.20 | 542.64 | 3138.64 | 100.00 | 649.00 | 3787.64 |
| X6 | 10.70 | 4280.00 | 3.38 | 0.35 | 0.20 | 567.84 | 4847.84 | 100.00 | 1070.00 | 5917.84 |
| X7 | 2.15 | 5240.00 | 4.25 | 0.35 | 0.20 | 714.00 | 5954.00 | 100.00 | 1310.00 | 7264.00 |

Tabla 8

Cargas en el muro – dirección “y” Piso 02.

| # | Area tributaria | Peso Losa+Acabados | Peso de viga | | | Peso | CM(Kg) | S/C (Kg/m ²) | CV(Kg) | Pm=CM+CV |
|-----------|--------------------|-----------------------|--------------|-----------|-------------|--------|---------|-----------------------------|--------|----------|
| | | | Long. (m) | Base. (m) | Altura. (m) | | | | | |
| Y1 | 3.35 | 1340 | 3.88 | 0.35 | 0.2 | 651.84 | 1991.84 | 100 | 335 | 2326.84 |
| Y2 | 3.35 | 1340 | 3.75 | 0.35 | 0.2 | 630 | 1970.00 | 100 | 335 | 2305.00 |
| Y3 | 5.84 | 2336 | 4.53 | 0.35 | 0.2 | 761.04 | 3097.04 | 100 | 584 | 3681.04 |
| Y4 | 6.19 | 2476 | 2.60 | 0.35 | 0.2 | 436.8 | 2912.80 | 100 | 619 | 3531.80 |
| Y5 | 6.19 | 2476 | 2.60 | 0.35 | 0.2 | 436.8 | 2912.80 | 100 | 619 | 3531.80 |
| Y6 | 3.85 | 1540 | 3.88 | 0.35 | 0.2 | 651.84 | 2191.84 | 100 | 385 | 2576.84 |
| Y7 | 3.79 | 1516 | 3.75 | 0.35 | 0.2 | 630 | 2146.00 | 100 | 379 | 2525.00 |
| Y8 | 4.24 | 1696 | 4.53 | 0.35 | 0.2 | 761.04 | 2457.04 | 100 | 424 | 2881.04 |

Verificación del esfuerzo axial máximo Segundo Piso – Dirección x:

Tabla 9

Verificación del esfuerzo axial máximo Segundo Piso – Dirección x.

| Dirección X | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------------------------|------------------------------|--|---------|--------------|
| Diseño por Carga vertical | | | | | | | | | |
| Muro | P _m =CM+CV (ton) | h (m) | L (m) | t (m) | A=L.t (m ²) | $\sigma_m = \frac{P_m}{L.t}$ | $0.2f'm \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ | 0.15f'm | Verificación |
| X1 | 1.91 | 2.65 | 3.23 | 0.15 | 0.48 | 0.39 | 5.22 | 5.25 | OK |
| X2 | 3.01 | 2.65 | 3.38 | 0.15 | 0.51 | 0.59 | 5.22 | 5.25 | OK |
| X3 | 3.04 | 2.65 | 3.23 | 0.15 | 0.48 | 0.63 | 5.22 | 5.25 | OK |
| X4 | 5.14 | 2.65 | 3.38 | 0.15 | 0.51 | 1.01 | 5.22 | 5.25 | OK |
| X5 | 3.79 | 2.65 | 3.23 | 0.15 | 0.48 | 0.78 | 5.22 | 5.25 | OK |
| X6 | 5.92 | 2.65 | 3.38 | 0.15 | 0.51 | 1.17 | 5.22 | 5.25 | OK |
| X7 | 7.26 | 2.65 | 4.25 | 0.15 | 0.64 | 1.14 | 5.22 | 5.25 | OK |

Verificación del esfuerzo axial máximo Primer Piso – Dirección y:

Tabla 10

Verificación del esfuerzo axial máximo Primer Piso – Dirección y.

| Dirección y | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------------------------|------------------------------|--|---------|--------------|
| Diseño por Carga vertical | | | | | | | | | |
| Muro | P _m =CM+CV (ton) | h (m) | L (m) | t (m) | A=L.t (m ²) | $\sigma_m = \frac{P_m}{L.t}$ | $0.2f'm \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ | 0.15f'm | Verificación |
| Y1 | 2.33 | 2.65 | 3.88 | 0.15 | 0.58 | 0.40 | 5.22 | 5.25 | OK |
| Y2 | 2.31 | 2.65 | 3.75 | 0.15 | 0.56 | 0.41 | 5.22 | 5.25 | OK |
| Y3 | 3.68 | 2.65 | 4.53 | 0.15 | 0.68 | 0.54 | 5.22 | 5.25 | OK |
| Y4 | 3.53 | 2.65 | 2.60 | 0.15 | 0.39 | 0.91 | 5.22 | 5.25 | OK |
| Y5 | 3.53 | 2.65 | 2.60 | 0.15 | 0.39 | 0.91 | 5.22 | 5.25 | OK |
| Y6 | 2.58 | 2.65 | 3.88 | 0.15 | 0.58 | 0.44 | 5.22 | 5.25 | OK |
| Y7 | 2.53 | 2.65 | 3.75 | 0.15 | 0.56 | 0.45 | 5.22 | 5.25 | OK |
| Y8 | 2.88 | 2.65 | 4.53 | 0.15 | 0.68 | 0.42 | 5.22 | 5.25 | OK |

En conclusión, se comprobó que todos los muros cumplen la verificación del esfuerzo axial máximo “ σ_m ”.

Tabla 11

Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: “ σ_m ”

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2f'm \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15f'm$$

, Donde f'm (Tn/m²)=

350 kg/cm²

-Conclusión:

Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo.

c) Verificación de la Densidad Mínima de Muros Reforzados:

La densidad mínima de muros portantes a reforzar en cada dirección del edificio se obtuvo mediante la siguiente Ecuación 35:

Ecuación 3

Densidad Mínima de Muros Reforzados, para vivienda de la Mz. 20 Lt. 23.

$$\frac{\text{AreadeCortedelosMurosReforzados}}{\text{AreadelaPlantaTípica}} = \frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$

Donde:

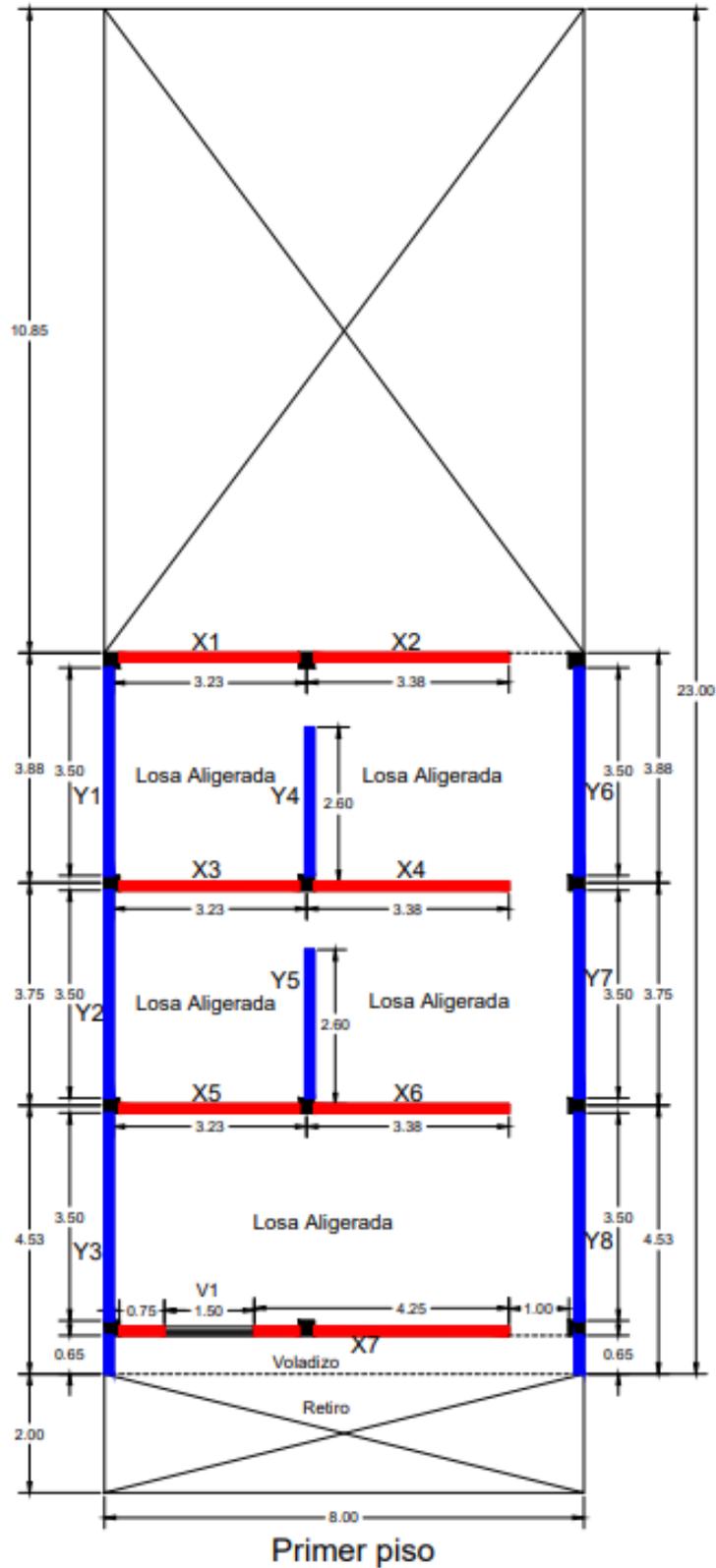
- “Z”, “U” y “S” corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.
- N: Número de pisos del edificio.
- L: Longitud total del muro (m).
- t: Espesor efectivo del muro (m).
- Ap: Área de Planta Típica (m²).

De acuerdo con los datos de la ficha técnica, se tiene:

- Z = 0.45 (Zona 4)
- U = 1 (Categoría C)
- S = 1.1 (Suelo blando)
- N = 2 (Número de pisos)
- Ap = 97.2 m²

DENSIDAD DE MUROS – PRIMER PISO

Figura 8
Plano de planta del primer piso.



Densidad de Muros Piso 01 – Dirección “x”:

Tabla 12

Densidad de Muros Piso 01 – Dirección “x”.

| # | L(m) | t=e(m) | L*t |
|-------------------------------------|------|--------|-------------|
| X1 | 3.23 | 0.15 | 0.48 |
| X2 | 3.38 | 0.15 | 0.51 |
| X3 | 3.23 | 0.15 | 0.48 |
| X4 | 3.38 | 0.15 | 0.51 |
| X5 | 3.23 | 0.15 | 0.48 |
| X6 | 3.38 | 0.15 | 0.51 |
| X7 | 4.25 | 0.15 | 0.64 |
| TOTAL: $\sum L*t$ | | | 3.61 |

Comprobando para “x”:

$$\frac{\sum L * t}{AP} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Reemplazando:

$$0.0372 \geq 0.02, \text{CUMPLE}$$

Densidad de Muros Piso 01 – Dirección “y”:

Tabla 13

Densidad de Muros Piso 01 – Dirección “y”.

| # | L(m) | t=e(m) | L*t |
|-------------------------------------|------|--------|-------------|
| Y1 | 3.88 | 0.15 | 0.58 |
| Y2 | 3.75 | 0.15 | 0.56 |
| Y3 | 4.53 | 0.15 | 0.68 |
| Y4 | 2.6 | 0.15 | 0.39 |
| Y5 | 2.6 | 0.15 | 0.39 |
| Y6 | 3.88 | 0.15 | 0.58 |
| Y7 | 3.75 | 0.15 | 0.56 |
| Y8 | 4.53 | 0.15 | 0.68 |
| TOTAL: $\sum L*t$ | | | 4.43 |

Comprobando para “y”:

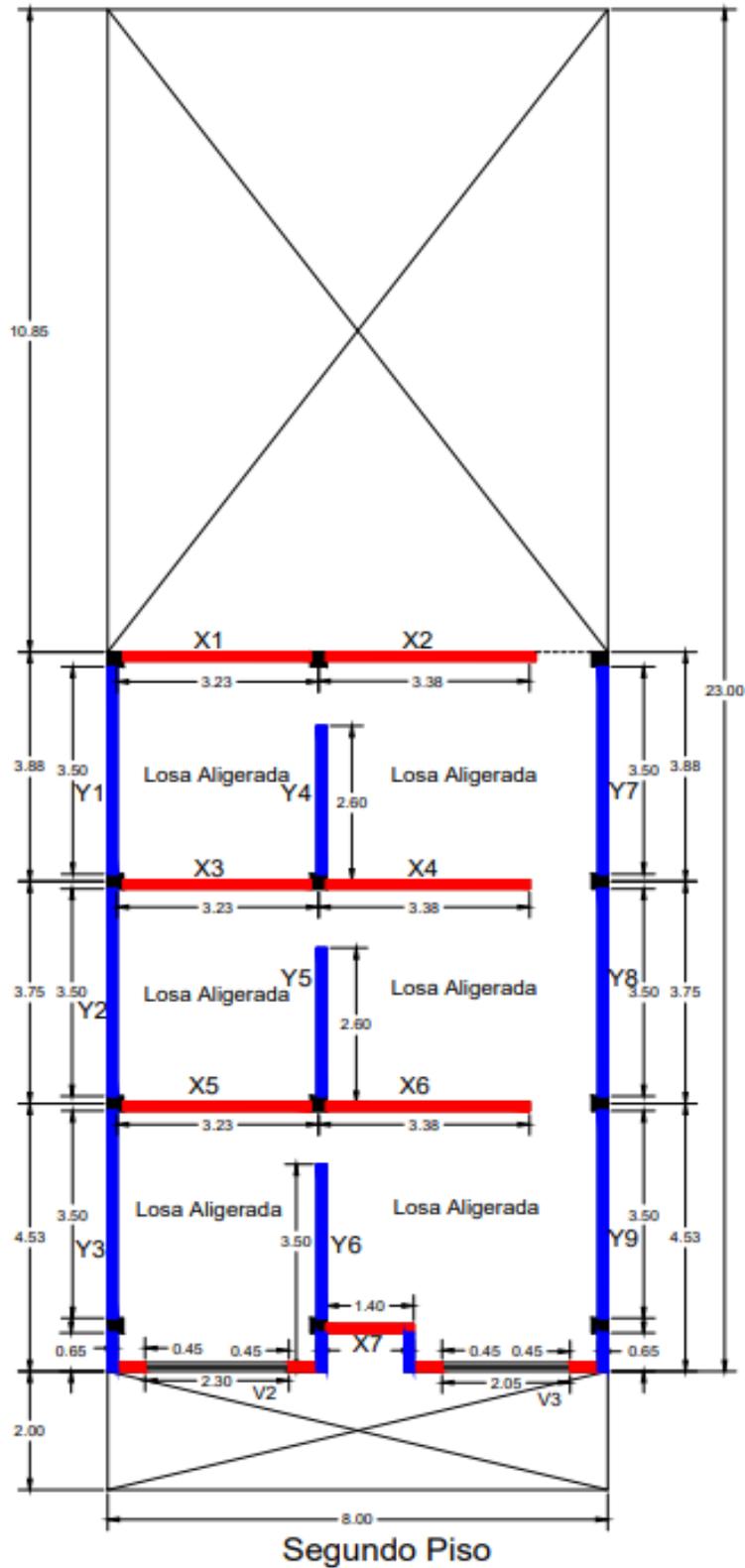
$$\frac{\sum L * t}{AP} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Reemplazando:

$$0.0456 \geq 0.0177, \text{CUMPLE}$$

DENSIDAD DE MUROS – SEGUNDO PISO

Figura 9
Plano de planta del segundo piso.



Densidad de Muros Piso 02 – Dirección “x”:

Tabla 14

Densidad de Muros Piso 02 – Dirección “x”.

| # | L(m) | t=e(m) | L*t |
|-------------------------------------|------|--------|-------------|
| X1 | 3.23 | 0.15 | 0.48 |
| X2 | 3.38 | 0.15 | 0.51 |
| X3 | 3.23 | 0.15 | 0.48 |
| X4 | 3.38 | 0.15 | 0.51 |
| X5 | 3.23 | 0.15 | 0.48 |
| X6 | 3.38 | 0.15 | 0.51 |
| X7 | 1.40 | 0.15 | 0.21 |
| TOTAL: $\sum L*t$ | | | 3.18 |

Comprobando para “x”:

$$\frac{\sum L * t}{AP} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Remplazando:

$$0.0328 \geq 0.02, \text{CUMPLE}$$

Densidad de Muros Piso 02 – Dirección “y”:

Tabla 15

Densidad de Muros Piso 02 – Dirección “y”.

| # | L(m) | t=e(m) | L*t |
|-------------------------------------|------|--------|-------------|
| Y1 | 3.50 | 0.15 | 0.53 |
| Y2 | 3.50 | 0.15 | 0.53 |
| Y3 | 3.50 | 0.15 | 0.53 |
| Y4 | 2.60 | 0.15 | 0.39 |
| Y5 | 2.60 | 0.15 | 0.39 |
| Y6 | 3.50 | 0.15 | 0.53 |
| Y7 | 3.50 | 0.15 | 0.53 |
| Y8 | 3.50 | 0.15 | 0.53 |
| Y9 | 3.50 | 0.15 | 0.53 |
| TOTAL: $\sum L*t$ | | | 4.46 |

Comprobando para “x”:

$$\frac{\sum L * t}{AP} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Remplazando:

$$0.0458 \geq 0.0177, \text{CUMPLE}$$

-En conclusión, en ambos entresijos y en ambas direcciones X e Y se cumplió la densidad mínima de muros en todos los pisos.

Tabla 16

Verificación de Densidad Mínima de Muro.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$$\frac{\text{Área de Cortes de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\sum Lt}{Ap} \geq \frac{Z.U.S.N}{56}$$

-Conclusión: -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos.

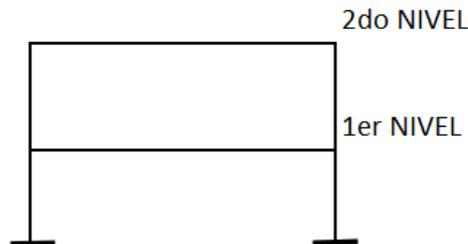
d) Verificación de la resistencia al corte del edificio:

Para el cálculo de la resistencia al corte del edificio se realizó un análisis estático, de acuerdo con la norma E.030.

Cálculo del Peso Sísmico

Figura 10

Esquema de entresijos de la vivienda en la Mz. 20 Lt. 23



Luego de realizar el Metrado de cargas, se obtuvieron los siguientes cuadros resúmenes.

CARGA MUERTA

Tabla 17

Cálculo de carga muerta de muros portantes y vigas.

| Elemento | vol. (m3) | pe (Tn/m3) | peso Tn |
|------------------------|-----------|------------|--------------|
| muros portantes | 21.31 | 1.8 | 36.35 |
| vigas | 3.75 | 2.4 | 9.00 |

Tabla 18

Cálculo de carga muerta de losa y acabados.

| Elemento | Area (m2) | pe Tn/m3 | peso Tn |
|-----------------|-----------|----------|--------------|
| losa | 97.2 | 0.300 | 29.16 |
| Acabados | 97.2 | 0.100 | 9.72 |

CARGA VIVA

Tabla 19

Cálculo de carga viva de sobrecarga de niveles y azotea.

| Elemento | Area (m ²) | pe Tn/m ³ | peso |
|-------------|---------------------------|-------------------------|--------------|
| S/C Niveles | 97.2 | 0.200 | 19.44 |
| S/C Azotea | 97.2 | 0.100 | 9.72 |

CUADRO RESUMEN DE PESO POR NIVEL

Tabla 20

Resumen de cargas por entrepiso.

| NIVEL | CARGA MUERTA P (Ton) | CARGA VIVA P (Ton) |
|--------------|----------------------------|--------------------------|
| 2° | 47.88 | 9.72 |
| 1° | 86.24 | 19.44 |
| TOTAL | 134.120 | 29.16 |

APLICACIÓN DE LA NORMA E.030

Se realizó el cálculo de la cortante basal para un sismo severo y sismo moderado, de acuerdo con la norma E.030. Se calculó el valor de la cortante mediante la siguiente formula:

Ecuación 4

Cortante basal para la vivienda en la Mz. 20 Lt. 23.

$$v = \frac{ZUCS}{R} * P$$

Donde:

- V: Cortante basal
- Z: Factor debido a la zona
- U: Factor debido al uso de la edificación
- C: Coeficiente sísmico
- S: Factor debido al tipo de suelo
- P: Peso de la edificación
- R: Factor de reducción



Empleando la Norma E.030, se tiene:

- $Z = 0.45$ (Zona 4)
- $U = 1$ (Categoría C)
- $S = 1.10$ (S3: Suelo blando)
- $R = 3$ (Sismo severo)
- $T = h_n/ct = 0.19$
- $C_t = 60$ (para edificios de albañilería)
- $TP = 0.6s$
- $T_l = 2s$
- $C = 2.5 (T < T_p)$

Donde:

- TP: Periodo que define la plataforma del factor C
- Z: Periodo que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante
- U: Factor debido al uso de la edificación
- Ct: Coeficiente para estimar el periodo fundamental de un edificio
- T: Periodo fundamental de vibración
- hn: Altura total de la edificación en metros

CORTANTE BASAL PARA SISMO SEVERO

Para la estimación del peso (P) de acuerdo con la categoría tipo C de la edificación, se tomó el 25% de la carga viva.

$$P = CM + 25\%CV$$

Remplazando:

$$P = 134.12 + 25\%(29.16)$$

$$P = 141.41 Tn$$

Luego, remplazando los valores en la fórmula de la cortante basal, para sismo severo, se obtuvo:

$$v = 55.68 Tn$$

DISTRIBUCION POR NIVELES

De acuerdo con la norma E.030 se realizó el cálculo de la distribución de la fuerza sísmica en altura. Para lo cual se empleó la siguiente formula.

Ecuación 5

Cálculo de la distribución de la fuerza sísmica en altura para la vivienda en la Mz. 20 Lt. 23

$$F_i = \alpha_i * V$$

$$\alpha_i = \frac{p_i * (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n p_j (h_j)^j}$$

Donde:

- n (número de pisos) = 2
- k = 1.0 (T=0.19s es menor o igual a 0.5s)

Luego se obtuvieron, las fuerzas sísmicas en altura para sismo severo.

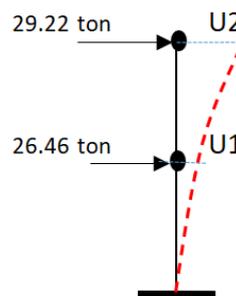
Tabla 21

Distribución de la fuerza sísmica en altura para la vivienda en la Mz. 20 Lt. 23 para sismo severo.

| NIVEL | Pi | hi | pi*hi | αi | Fi (Tn) |
|-------|-------|------|--------|------|---------|
| 2 | 50.31 | 5.70 | 286.79 | 0.52 | 29.22 |
| 1 | 91.10 | 2.85 | 259.62 | 0.48 | 26.46 |

Figura 11

Esquema de la distribución de la fuerza sísmica en altura para la vivienda en la Mz. 20 Lt. 23 para sismo severo.



CORTANTE BASAL PARA SISMO MODERADO

Para el sismo moderado, de acuerdo con la norma E.070, las fuerzas de inercia proporcionadas por el sismo moderado son equivalentes a la mitad de los valores producidos por el “sismo severo”.

Por lo tanto, la cortante producida por este sismo fue:

$$v = 27.84 \text{ Tn}$$

DISTRIBUCION POR NIVELES

De acuerdo con la norma E.030 se realizó el cálculo de la distribución de la fuerza sísmica en altura. Para lo cual se empleó la siguiente formula.

$$F_i = \alpha_i * V$$

$$\alpha_i = \frac{p_i * (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n p_j (h_j)^j}$$

Donde:

- n (número de pisos) = 2
- k = 1.0 (T=0.19s es menor o igual a 0.5s)

Luego se obtuvieron, las fuerzas sísmicas en altura para sismo moderado.

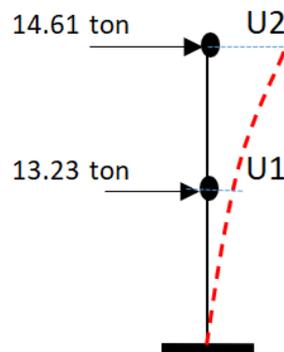
Tabla 22

Distribución de la fuerza sísmica en altura para la vivienda en la Mz. 20 Lt. 23 para sismo moderado.

| NIVEL | Pi | hi | pi*hi | αi | Fi (Tn) |
|-------|-------|------|--------|------|---------|
| 2 | 50.31 | 5.70 | 286.79 | 0.52 | 14.61 |
| 1 | 91.10 | 2.85 | 259.62 | 0.48 | 13.23 |

Figura 12

Esquema de distribución de la fuerza sísmica en altura para la vivienda en la Mz. 20 Lt. 23 para sismo moderado.



PRIMER PISO

En la siguiente Tabla 23 y Tabla 24 se muestra el cálculo de la resistencia al corte por muro, de acuerdo como lo estipula la norma E.070. La sumatoria de cortantes por muro, se comparó con la cortante debido al sismo severo para el primer entrepiso. Así mismo, se realizó el control de fisuración por muro.

Este análisis se realizó para cada dirección.

Tabla 23

Verificación de la fisuración y resistencia al corte por muro – dirección “x” Piso 01.

| MUROS X-X | | CONTROL DE FISURACIÓN | | | | | | | | RESISTENCIA AL CORTE | | | | |
|-----------|---------------------------|-----------------------|-------------|------|------------------------------------|------------|------------|--------|-------|----------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------------------|
| Nº | $P_g = CM + 0.25 CV (Tn)$ | $V_e (Tn)$ | $M_e (T-m)$ | L(m) | $\alpha = \frac{V_e \cdot L}{M_e}$ | $V_m (Tn)$ | $0.55 V_m$ | Factor | V_u | M_u | $V_e \leq 0.55 V_m$ | $V_{EI} (Tn)$ | $\sum V_{mi}$ | $\sum V_{mi} \geq V_{EI}$ |
| | | | | | | | | | | | | | (Tn) | |
| X1 | 4.09 | 3.78 | 16.42 | 3.23 | 0.74 | 10.12 | 5.57 | 2.680 | 10.12 | 43.991 | OK | | | |
| X2 | 5.19 | 4.12 | 17.91 | 3.38 | 0.78 | 11.25 | 6.19 | 2.729 | 11.25 | 48.883 | OK | | | |
| X3 | 5.10 | 3.58 | 15.55 | 3.23 | 0.74 | 10.36 | 5.70 | 2.895 | 10.36 | 45.003 | OK | | | |
| X4 | 7.10 | 3.90 | 16.96 | 3.38 | 0.78 | 11.69 | 6.43 | 2.994 | 11.69 | 50.794 | OK | 27.72 | 83.89 | OK |
| X5 | 5.77 | 3.65 | 15.88 | 3.23 | 0.74 | 10.51 | 5.78 | 2.876 | 10.51 | 45.677 | OK | | | |
| X6 | 7.80 | 3.99 | 17.33 | 3.38 | 0.78 | 11.85 | 6.52 | 2.971 | 11.85 | 51.496 | OK | | | |
| X7 | 9.65 | 6.45 | 28.01 | 4.25 | 0.98 | 18.12 | 9.97 | 2.811 | 18.12 | 78.735 | OK | | | |

Tabla 24
Verificación de la fisuración y resistencia al corte por muro – dirección “y” Piso 01.

| MUROS Y-Y | | CONTROL DE FISURACIÓN | | | | | | | | | | | RESISTENCIA AL CORTE | | |
|-----------|----------------------|-----------------------|---------|------|---------------------------|--------------------|---------|--------|--------|-------|--------|-------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------|
| N° | Pg=CM+0.25CV (Tn) | Ve(Tn) | Me(T-m) | L(m) | $\frac{V_e \cdot L}{M_e}$ | alpha (α) | Vm(Ton) | 0.55Vm | Factor | Vu | Mu | Ve ≤ 0.55Vm | V_{EI} (tn) | $\sum V_{mi}$ (Tn) | $\sum V_{mi} \geq V_{EI}$ (Tn) |
| Y1 | 4.94 | 4.21 | 18.30 | 3.88 | 0.89 | 0.89 | 14.39 | 7.91 | 3.000 | 12.63 | 54.909 | OK | | | |
| Y2 | 4.82 | 3.96 | 17.22 | 3.75 | 0.86 | 0.86 | 13.49 | 7.42 | 3.000 | 11.89 | 51.672 | OK | | | |
| Y3 | 6.63 | 5.48 | 23.80 | 4.53 | 1.04 | 1.00 | 18.85 | 10.37 | 3.000 | 16.43 | 71.402 | OK | | | |
| Y4 | 5.08 | 1.81 | 7.86 | 2.6 | 0.60 | 0.60 | 7.12 | 3.92 | 3.000 | 5.42 | 23.576 | OK | | | |
| Y5 | 5.08 | 1.81 | 7.86 | 2.6 | 0.60 | 0.60 | 7.12 | 3.92 | 3.000 | 5.42 | 23.576 | OK | 27.72 | 107.62 | OK |
| Y6 | 5.16 | 4.12 | 17.89 | 3.88 | 0.89 | 0.89 | 14.44 | 7.94 | 3.000 | 12.35 | 53.672 | OK | | | |
| Y7 | 5.02 | 3.87 | 16.84 | 3.75 | 0.86 | 0.86 | 13.53 | 7.44 | 3.000 | 11.62 | 50.508 | OK | | | |
| Y8 | 5.91 | 5.35 | 23.26 | 4.53 | 1.04 | 1.00 | 18.69 | 10.28 | 3.000 | 16.06 | 69.793 | OK | | | |

SEGUNDO PISO

En la siguiente Tabla 25 y Tabla 26 se muestra el cálculo de la resistencia al corte por muro, de acuerdo como lo estipula la norma E.070. La sumatoria de cortantes por muro, se comparó con la cortante debido al sismo severo para el segundo entrepiso. Así mismo, se realizó el control de fisuración por muro.

Este análisis se realizó para cada dirección.

Tabla 25

Verificación de la fisuración y resistencia al corte por muro – dirección “x” Piso 02.

| MUROS X-X | | CONTROL DE FISURACIÓN | | | | | | | | | | | RESISTENCIA AL CORTE | | |
|-----------|----------------------|-----------------------|---------|------|---------------------------|-----------|---------|--------|--------|-------|--------|-------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|
| N° | Pg=CM+0.25CV (Tn) | Ve(Tn) | Me(T-m) | L(m) | $\frac{V_e \cdot L}{M_e}$ | alpha (α) | Vm(Ton) | 0.55Vm | Factor | Vu | Mu | Ve ≤ 0.55Vm | V_{EI} (Tn) | $\sum V_{mi}$ (Tn) | $\sum V_{mi} \geq V_{EI}(Tn)$ |
| X1 | 1.71 | 3.96 | 17.20 | 3.23 | 0.74 | 0.74 | 9.58 | 5.27 | 2.419 | 9.58 | 41.612 | OK | 30.62 | 79.63 | OK |
| X2 | 2.65 | 4.32 | 18.77 | 3.38 | 0.78 | 0.78 | 10.66 | 5.87 | 2.469 | 10.66 | 46.343 | OK | | | |
| X3 | 2.66 | 3.75 | 16.29 | 3.23 | 0.74 | 0.74 | 9.80 | 5.39 | 2.614 | 9.80 | 42.568 | OK | | | |
| X4 | 4.45 | 4.09 | 17.77 | 3.38 | 0.78 | 0.78 | 11.08 | 6.10 | 2.709 | 11.08 | 48.149 | OK | | | |
| X5 | 3.30 | 3.83 | 16.64 | 3.23 | 0.74 | 0.74 | 9.94 | 5.47 | 2.597 | 9.94 | 43.205 | OK | | | |
| X6 | 5.12 | 4.18 | 18.16 | 3.38 | 0.78 | 0.78 | 11.23 | 6.18 | 2.688 | 11.23 | 48.811 | OK | | | |
| X7 | 6.28 | 6.75 | 29.35 | 4.25 | 0.98 | 0.98 | 17.34 | 9.54 | 2.568 | 17.34 | 75.368 | OK | | | |

Tabla 26

Verificación de la fisuración y resistencia al corte por muro – dirección “y” Piso 02.

| MUROS Y-Y | | CONTROL DE FISURACIÓN | | | | | | | | | | RESISTENCIA AL CORTE | | | |
|-----------|-------------------|-----------------------|---------|------|---------------------------|-----------|---------|--------|--------|-------|--------|----------------------|---------------|--------------------|--------------------------------|
| Nº | Pg=CM+0.25CV (Tn) | Ve(Tn) | Me(T-m) | L(m) | $\frac{V_e \cdot l}{M_e}$ | alpha (α) | Vm(Ton) | 0.55Vm | Factor | Vu | Mu | Ve ≤ 0.55Vm | V_{EI} (Tn) | $\sum V_{mi}$ (Tn) | $\sum V_{mi} \geq V_{EI}$ (Tn) |
| Y1 | 2.08 | 4.21 | 18.30 | 3.88 | 0.89 | 0.89 | 13.73 | 7.55 | 3.000 | 12.63 | 54.909 | OK | | | |
| Y2 | 2.05 | 3.96 | 17.22 | 3.75 | 0.86 | 0.86 | 12.85 | 7.07 | 3.000 | 11.89 | 51.672 | OK | | | |
| Y3 | 3.24 | 5.48 | 23.80 | 4.53 | 1.04 | 1.00 | 18.07 | 9.94 | 3.000 | 16.43 | 71.402 | OK | | | |
| Y4 | 3.07 | 1.81 | 7.86 | 2.6 | 0.60 | 0.60 | 6.66 | 3.66 | 3.000 | 5.42 | 23.576 | OK | | | |
| Y5 | 3.07 | 1.81 | 7.86 | 2.6 | 0.60 | 0.60 | 6.66 | 3.66 | 3.000 | 5.42 | 23.576 | OK | 30.62 | 102.55 | OK |
| Y6 | 2.29 | 4.12 | 17.89 | 3.88 | 0.89 | 0.89 | 13.78 | 7.58 | 3.000 | 12.35 | 53.672 | OK | | | |
| Y7 | 2.24 | 3.87 | 16.84 | 3.75 | 0.86 | 0.86 | 12.89 | 7.09 | 3.000 | 11.62 | 50.508 | OK | | | |
| Y8 | 2.56 | 5.35 | 23.26 | 4.53 | 1.04 | 1.00 | 17.92 | 9.86 | 3.000 | 16.06 | 69.793 | OK | | | |

Finalmente, la conclusión a partir de los resultados es que en ambos entrepisos y direcciones cumple la resistencia al corte.

Por lo tanto, de acuerdo con el parámetro 3, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 25 anteriormente expuesta en el Capítulo II, dentro de la clase A.

1.4. PARÁMETRO N° 4: POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN

De acuerdo con este parámetro se determinó mediante el Estudio de mecánica de suelo realizada en la zona, la cual se detalla en la presente investigación, que la edificación se encuentra asentada sobre Tipo de perfil de suelo S3 o suelo blando según la norma E.030. No obstante, cabe añadir que la vivienda se encuentra en una zona de potencial licuefacción debido a la cercanía a los Humedales de San Juan. Asimismo, de acuerdo con la Figura 13 se observó presencia de eflorescencia de sales y humedad de los muros de la vivienda, además la diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro.

Por lo tanto, de acuerdo con el parámetro 4, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 26 anteriormente expuesta en el Capítulo II, dentro de la clase D.

Figura 13

Edificación ubicada en la Mz. 20 Lt. 23, se observa presencia de eflorescencia de sales y humedad de los muros de la vivienda.



1.5. PARÁMETRO N° 5: DIAFRAGMA HORIZONTAL

La vivienda presenta buena conexión entre el muro y el diafragma, además no existen deflexiones, planos a desnivel ni discontinuidades abruptas.

Por lo tanto, de acuerdo con el parámetro 5, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 27 anteriormente expuesta en el Capítulo II, dentro de la clase A.

1.6. PARÁMETRO N° 6: CONFIGURACIÓN EN PLANTA

La edificación es una vivienda de albañilería confinada de dos pisos, de área de planta típica regular de forma rectangular cuyas dimensiones son de 8 m de frente x 12.15 m de fondo, por lo tanto, existe una relación entre las dimensiones del edificio menor a 3, lo que indica que se obtuvo un $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ ($\beta_1 = a/L = 8/12.15 = 0.66$). Asimismo, debido a que el área de la vivienda tiene dimensiones regulares no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo con NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos.

Por lo tanto, de acuerdo con el parámetro 6, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 28 anteriormente expuesta en el Capítulo II, dentro de la clase B.

1.7. PARÁMETRO N° 7: CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

Como se mencionó anteriormente, la edificación es una vivienda de albañilería confinada de dos pisos, de área de planta típica regular de forma rectangular cuyas dimensiones son de 8 m de frente x 12.15 m de fondo, por ende, debido a que la vivienda tiene dimensiones regulares, la variación de masas o para efectos de esta investigación la variación de áreas es prácticamente mínima ($+\Delta A/A \leq 10\%$). Asimismo, debido a que la vivienda tiene dimensiones regulares en elevación no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo con NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil).

Por lo tanto, de acuerdo con el parámetro 7, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 29 anteriormente expuesta en el Capítulo II, dentro de la clase A.

1.8. PARÁMETRO N° 8: SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS

En la presente edificación de albañilería confinada de dos pisos se observó que la separación entre muros no portantes que son transversales a los muros portantes es igual a $L = 3.50$ m, tal cual se aprecia en la Figura 14, y el espesor del muro portante $S = 0.13$ m, teniendo $L/S = 26.92$. Por lo que $L/S \geq 25$.

Figura 14

Edificación de dos pisos de albañilería confinada ubicado en la Mz. 20 Lt. 23, en la cual se aprecia la separación de muros de $L = 3.50\text{ m}$, y el espesor del muro $S=0.13\text{ m}$, teniendo $L/S=26.92$. Por lo que $L/S \geq 25$.



Por lo tanto, de acuerdo con el parámetro 8, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 30 anteriormente expuesta en el Capítulo II, dentro de la clase D.

1.9. PARÁMETRO N° 9: TIPO DE CUBIERTA

La vivienda presenta en sus dos niveles, losas aligeradas estables debidamente amarradas a los muros, y en buenas condiciones, que garantizan un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas. Por lo tanto, de acuerdo con el parámetro 9, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 31 anteriormente expuesta en el Capítulo II, dentro de la clase A.

1.10. PARÁMETRO N° 10: ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Se observó que la edificación no contiene elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente como cornisas o parapetos, además presenta el tanque elevado de agua de dimensiones medianas y de peso modesto apoyada sobre la estructura de forma correcta.

Por lo tanto, de acuerdo con el parámetro 10, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 32 anteriormente expuesta en el Capítulo II, dentro de la clase A.

1.11. PARÁMETRO N° 11: ESTADO DE CONSERVACIÓN

Según las observaciones a la vivienda, la edificación presenta muros con fisuras de tamaño medio de aproximadamente 2 milímetros de ancho, asimismo se puede apreciar en las Figura 15 y Figura 16 que en algunos muros de la vivienda se caracterizan por un mal estado de conservación de la mampostería.

Figura 15

Muros de albañilería de la vivienda de dos pisos de albañilería confinada ubicado en la Mz. 20 Lt. 23, apreciándose mal estado de conservación de su mampostería.



Figura 16

Muros de albañilería en habitaciones del segundo nivel de la vivienda de dos pisos de albañilería confinada ubicado en la Mz. 20 Lt. 23, apreciándose mal estado de conservación de su mampostería.



Por lo tanto, de acuerdo con el parámetro 11, se evaluó y se asignó su categoría de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 33 anteriormente expuesta en el Capítulo II, dentro de la clase C.

2. RESULTADOS DE CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MEDIANTE EL MÉTODO DE BENEDETTI – PETRINI Y CLASIFICACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

En la siguiente Tabla 27 se resumen los resultados de la vivienda ubicada en la Mz. 20, Lote 23 acerca de todas las clases con sus respectivos pesos (W_i) asignado a cada parámetro, que refleja su importancia. La suma total de los productos de la multiplicación de cada parámetro por su respectiva clase K_i proporciona valores máximos de índices de vulnerabilidad (I_v) de 382.5 y valores mínimos de 0. (Quesquén, 2020).

Tabla 27

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 20, Lt. 23.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi |
|---|--------------------------------------|--------------|----|----|----|---------|----------------|
| | | A | B | C | D | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 0.00 |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 33.75 |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 2.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | | | | | | 83.75 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | | | | | | 21.90 |

Una vez obtenidos los valores de la tabla anterior, el índice de vulnerabilidad se calculó mediante la siguiente Ecuación 6:

Ecuación 6

Cálculo del Índice de vulnerabilidad (I_v) de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 20, Lt. 23.

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i * W_i$$

Donde:

- K_i = Calificación asignada
- W_i = Coeficiente de peso
- I_v = Índice de vulnerabilidad

$$I_v = 5 \times 1.00 + 25 \times 0.25 + 0 \times 1.50 + 45 \times 0.75 + 0 \times 1.00 + 5 \times 0.50 + 0 \times 1.00 + 45 \times 0.25 + 0 \times 1.00 + 0 \times 0.25 + 25 \times 1.00$$

$$I_v = 5.00 + 6.25 + 0.00 + 33.75 + 0.00 + 2.50 + 0.00 + 11.25 + 0.00 + 0.00 + 25.00$$

$$I_v = 83.75$$

Este valor de Índice de vulnerabilidad (I_v) a su vez se normalizó a valor de Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) entre 0 y 100, los valores entre 0 y 20 reflejan una vulnerabilidad baja, entre 20 y 40 una vulnerabilidad media y entre 40 y 100 una vulnerabilidad alta. La ecuación que permitió normalizar el I_v a un I_{vn} se muestra en la Ecuación 7.

Ecuación 7

Cálculo del Índice de vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 20, Lt. 23.

$$I_{vn} = 100 * \frac{I_v}{382.5}$$

Donde:

- I_{vn} = Índice de Vulnerabilidad Normalizado.
- I_v = Índice de Vulnerabilidad.

$$I_{vn} = 100 * \frac{83.75}{382.5}$$

$$I_{vn} = 21.90$$

Luego de determinar el índice de vulnerabilidad normalizado que está en un rango de 0 a 100, lo clasificamos en los siguientes niveles de vulnerabilidad, de acuerdo con la siguiente Tabla 28.

Tabla 28

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I _{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

Por lo tanto, de acuerdo con la Tabla 28, la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica **MEDIA**.

3. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE FUNCIONES DE VULNERABILIDAD Y CLASIFICACIÓN DEL RIESGO SISMICO MEDIANTE EL NIVEL DE INDICE DE DAÑO

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la siguiente Tabla 29 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 29

Aplicación de las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I _{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 * 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 * 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 * 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 * 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

Asimismo, mediante la Tabla 35 anteriormente vista en el Capítulo II se determinó el nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo. A continuación, en la siguiente Tabla 30 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 21.90$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23.

Tabla 30

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 16.83 | Considerable |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 24.83 | Considerable |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 78.50 | Severo |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

4. ANÁLISIS DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACIÓN

En primer lugar, se debió calcular el valor de la edificación “VE” (Ecuación 8) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” para eso se tomó en cuenta las características constructivas, los acabados y los materiales predominantes empleados en la edificación, así como los valores unitarios actualizados en el mercado de las diferentes partidas de la construcción y la depreciación utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 8

Cálculo del valor de la edificación construida “VE” en la Mz. 20 Lt. 23.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

Donde:

- **AT** = Área Techada (m²)
- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²)
- **P** = Porcentaje para depreciación

Para ello se obtuvieron los siguientes valores para la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23:

- **AT** = Área Techada (m²) = 194.40 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 38%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 34 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Regular (“C” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrinì).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 719.39 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) mostrando en la siguiente Tabla 31 el desagregado del cálculo del valor unitario de la edificación en S/ por m².

Tabla 31

Resultados del cálculo del valor unitario de la edificación en S/ por m² para la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23.

VALORES POR PARTIDAS EN SOLES POR METRO CUADRADO DE AREA TECHADA

| ESTRUCTURAS | | ACABADOS | | | INSTALACIONES | |
|---|--|--|--|--|--|---|
| MUROS Y COLUMNAS (1) | TECHOS (2) | PISOS (3) | PUERTAS Y VENTANAS (4) | REVESTIMIENTOS (5) | BAÑOS (6) | ELECTRICAS Y SANITARIAS (7) |
| Placas de concreto E= 10 a 15 cm, Albañilería Armada, ladrillo o similar con columnas y vigas de amarre de concreto armado. (C) | Aligerado o losas de concreto armado horizontales. (C) | Cemento pulido, ladrillo corriente, entablado corriente. (H) | Ventanas de fierro, puertas de madera selecta (caoba o similar) vidrio simple transparente (E) | Tarrajeo frotachado y/o yeso moldurado, pintura lavable. (F) | Baños con mayólica blanca parcial. (E) | Agua fría, agua caliente, corriente monofásica, teléfono. (E) |
| 259.53 | 191.45 | 27.58 | 81.03 | 71.54 | 19.10 | 69.16 |
| VALOR UNITARIO DE LA EDIFICACION EN S/ POR M2 | | | | | | 719.39 |

Por lo tanto, mediante la Ecuación 8 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 194.40 \times 719.39 (1 - 38/100)$$

VE = S/ 86,706.64 (OCHENTA Y SEIS MIL SETECIENTOS SEIS SOLES CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS)

Finalmente, en la siguiente Tabla 32 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 32

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|--------------------------------|--------------------------------|--|--|---|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 16.83 | S/ 86,706.64 | S/ 14,594.32 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 24.83 | S/ 86,706.64 | S/ 21,531.06 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 78.50 | S/ 86,706.64 | S/ 68,062.87 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 86,706.64 | S/ 86,706.64 |

ANEXO 4

***RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE
VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL MÉTODO DEL
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD BENEDETTI-
PETRINI Y RIESGO SÍSMICO DE VIVIENDAS
REPRESENTATIVAS POR MANZANA DEL P.J.
SAN JUAN, CHIMBOTE***

1. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ. 1 LT. 3, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 1 Lt. 3, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 1 Lt. 3.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi |
|--|--------------------------------------|--------------------------|----|----|----|---------|----------------|
| | | A | B | C | D | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 1.25 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 7.50 |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 33.75 |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 15.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 0.00 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki*Wi$ | | | | | 78.75 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv/382.5)$ | | | | | 20.59 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

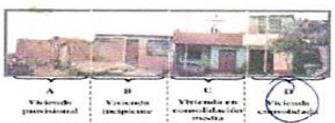
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Heclor Vergara Vargas
 DNI: 82362909
 MZ: 1 LITE: 3
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1991 (32 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: Si
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: No
 SOTANOS: No
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar (C-Tipo C-1)
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 AREA DE TERRENO (m²): 8,10 x 10 m (81 m²)
 ht: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACION (m): 5,65 m
 AP: AREA DE PLANTA TIPICA (m²): 75,4 m²
 NUMERO DE PISOS (N): 2
 ht: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2,6 m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 24 - 0,499
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3 - 1,10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: D



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t": $t = \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3

-ht: Altura promedio de Entrepiso (m): 2,60 m, $t(m) \geq$ 0,13

-t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0,13

-Conclusión: Los muros cumplen el espesor mínimo

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m" Ladrillo de concreto

$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2 f' m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f' m$

Donde f'm (Tn/m²) = 74 kg/cm² = 740 Tn/m²

-Conclusión: Menos del 25% de total de muros (22%) en ambos ejes cumplen el esfuerzo axial máximo

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$\sum \frac{L_i \cdot Z_i \cdot S_i \cdot N}{A_p} \geq \frac{Z_i \cdot S_i \cdot N}{56}$

-Conclusión: En el 1er piso no se cumple la densidad de muros en el eje y

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que: $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$

-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

• La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:

$V_m = 0,5 v'_m \cdot \alpha \cdot i \cdot L + 0,23 P_i$ Para Unidades de arcilla y de concreto

$V_m = 0,35 v'_m \cdot \alpha \cdot i \cdot L + 0,23 P_i$ Para Unidades Silico-calcáreas Ladrillo de concreto

Donde v'm (Tn/m²) = 8,6 Kg/cm² = 86 Tn/m²

• Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

$V_i \leq 0,55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisibles}$

donde: "V_i" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "V_m" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

-Conclusión: En el 1er piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección y.

3.5. Calificación:

| | |
|---|---|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

| METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |
|---|--|
| | TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" |
| AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |
| M=1 23 | |
| 5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES: | |
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |
| 6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA: | |
| | |
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| 7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN: | |
| | |
| A | $RL > 0.66$; $+/- \Delta/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq +/- \Delta/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq +/- \Delta/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $+/- \Delta/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| 8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS: | |
| -L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: <u>3.70 m</u> -S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): <u>0.14 m</u> -L/S= <u>26.43</u> | |
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |
| 9. TIPO DE CUBIERTA: | |
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijaes y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |
| 10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES: | |
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |
| 11. ESTADO DE CONSERVACIÓN: | |
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

TESIS:

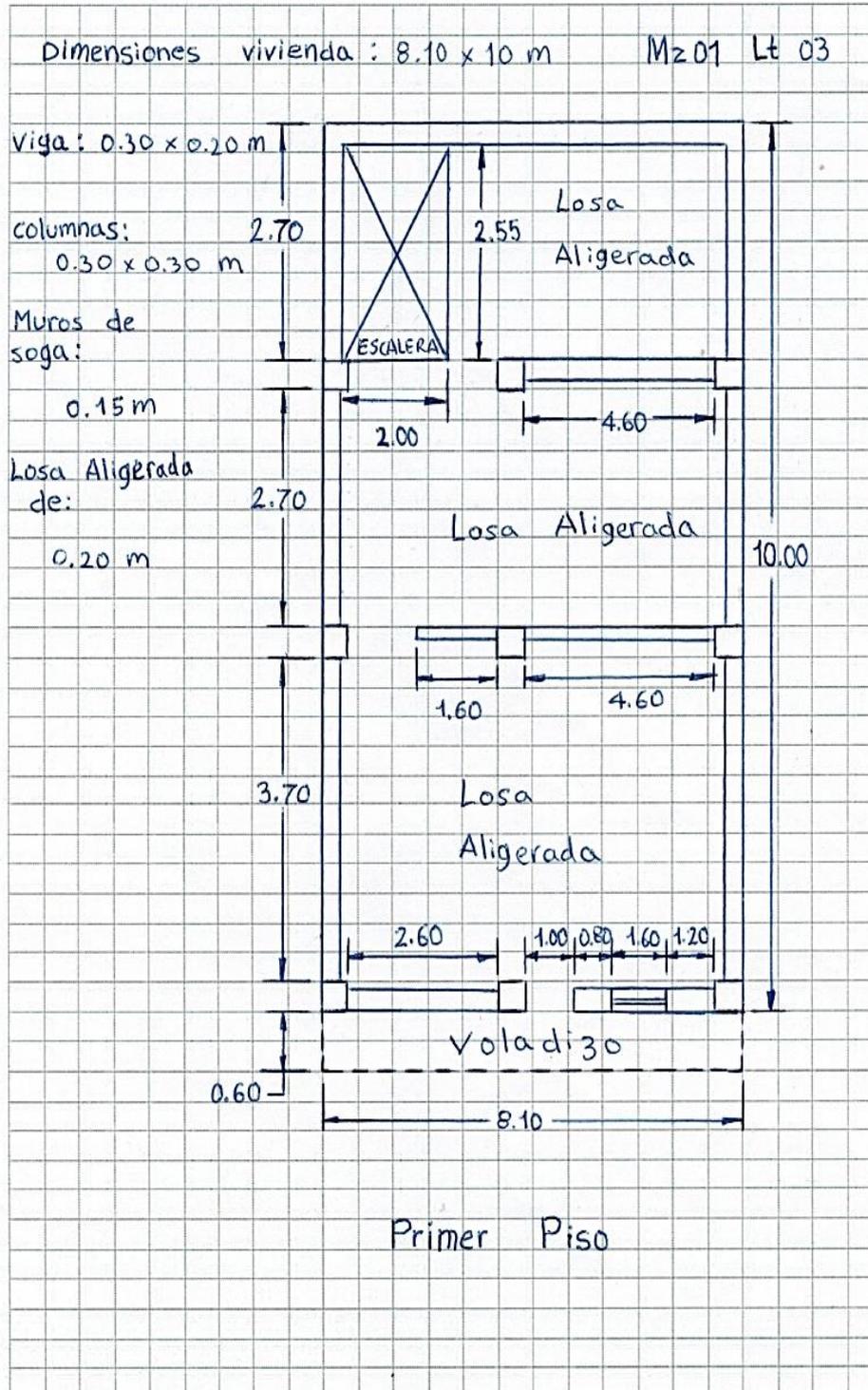
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

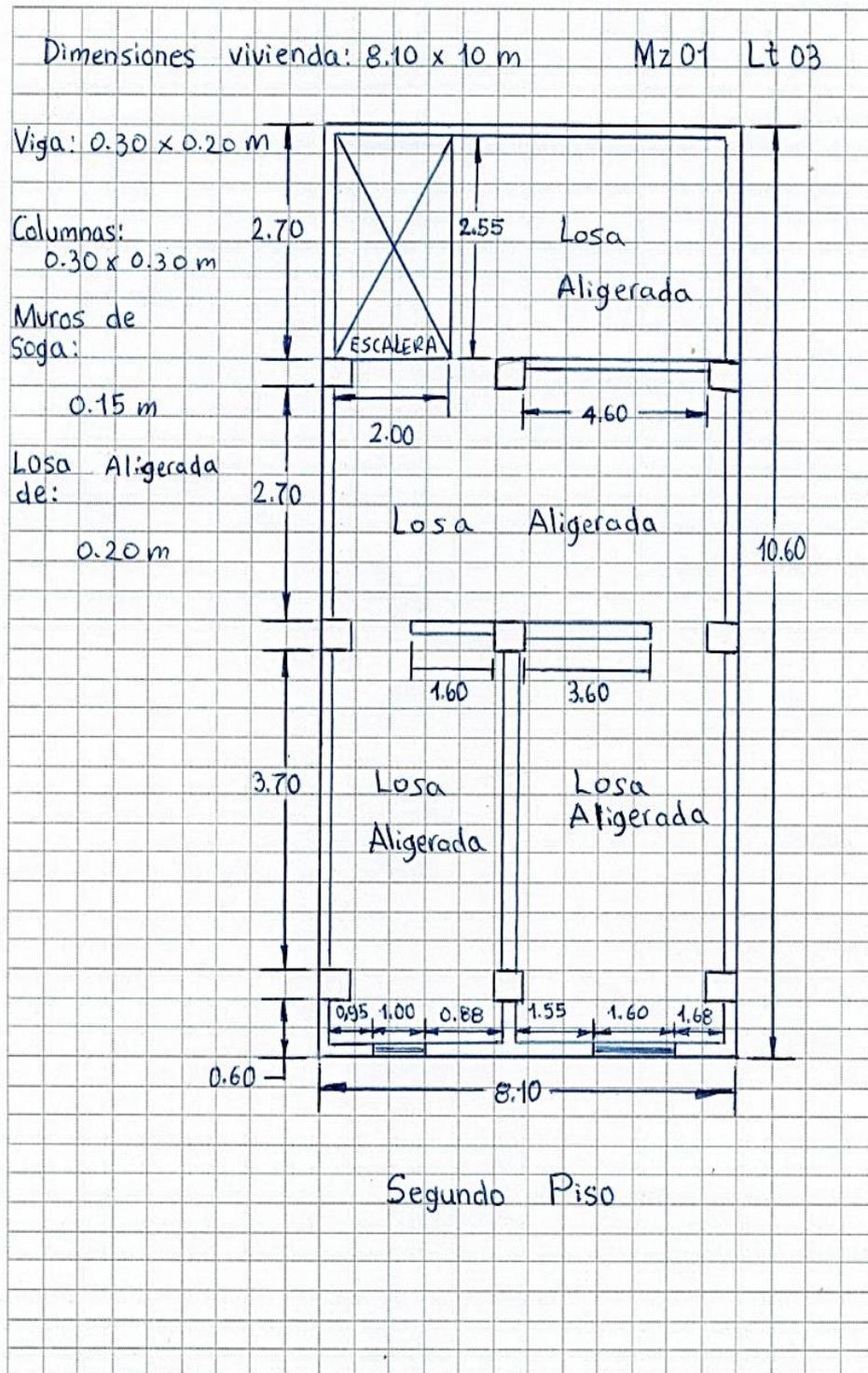
RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 20.59, la vivienda ubicada en la Mz. 1 Lt. 3 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 1 Lt. 3.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 20.59$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 1 Lt. 3.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel de Riesgo Sísmico para la vivienda ubicada en la Mz. 1 Lt. 3.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 15.59 | Considerable |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 23.49 | Considerable |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 75.18 | Severo |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 96.23 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 151.80 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 26%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 32 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Bueno (“B” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

$$- \text{VUE} = \text{Valor Unitario de edificación (S/. /m}^2\text{)} = 746.45 \text{ S/. /m}^2$$

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 1 Lt. 3.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 151.80 \times 746.45 (1 - 26/100)$$

VE = S/ 83,850.22 (OCHENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA SOLES CON VEINTIDÓS CÉNTIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 1 Lt. 3 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 1 Lt. 3 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 15.59 | S/ 83,850.22 | S/ 13,070.65 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 23.49 | S/ 83,850.22 | S/ 19,693.87 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 75.18 | S/ 83,850.22 | S/ 63,041.07 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 96.23 | S/ 83,850.22 | S/ 80,686.36 |

2. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 2 LT 3A, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 2 Lt. 3A, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 2 Lt. 3A.

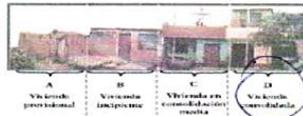
| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso | Parcial |
|--|--------------------------------------|-------------------------|----|----|----|------|---------|
| | | A | B | C | D | Wi | Ki* Wi |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 7.50 |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 33.75 |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki*Wi$ | | | | | 90.00 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100* (Iv/382.5)$ | | | | | 23.53 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|------------------------------------|
| | METODOLOGÍA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022" | | |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Maria Leon Vito
 DNI: 82 274293
 MZ: 2 LTE: 3A
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1985 (38 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: Si
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: No
 SOTANOS: No
 FACTOR DE USO (U): Viviendo Unifamiliar tipo (-1.0)
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 AREA DE TERRENO (m2): 6.0 x 20 m (120 m2)
 ht: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACION (m): 5.60 m
 AP: AREA DE PLANTA TIPICA (m2): 2.60
 NUMERO DE PISOS (N): 2
 ht: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.6 m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 24 - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: D



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|----------|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

| | |
|--|--|
| 1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE: | |
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t": $t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3

h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.6 $t (m) = \frac{2.6}{20} = 0.13$

t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13

-Conclusión: La mayoría de muros cumplen el espesor

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"

Donde $f_m (Tn/m^2) = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f'_{cm} \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f'_{cm}$

35 Kg/cm² = 350 Tn/m² Ladrillo King Kong Artesanal

-Conclusión: Menos del 75% del total de muros (70%) en ambas direcciones cumplen esfuerzo axial máximo

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$\sum V_{mi} \geq \sum V_{ei}$

-Conclusión: No se cumple la densidad máxima de muros en la dirección del eje X en ambos pisos

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

$\sum V_{mi} \geq \sum V_{ei}$

-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_{mi}) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:
 Para Unidades de arcilla y de concreto: $V_m = 0.5 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_i$
 Para Unidades Silico-calceáreas: $V_m = 0.35 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_i$
 Donde $v_m (Tn/m^2) = 5.1 \text{ Kg/cm}^2 = 51 \text{ Tn/m}^2$ Ladrillo King Kong Artesanal
- Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_i \leq 0.55 V_{ci}$ Fuerza Cortante Admisible
 donde: " V_{ci} " es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y " V_i " es la fuerza cortante asociada al "sistema diagonal" de la albañilería.

-Conclusión: No se cumple la resistencia al corte del edificio en la dirección X en ambos pisos

3.5. Calificación:

| | |
|----------|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

Mz 2 Lt 3A

6. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|-----|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| (B) | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:

| | |
|-----|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| (D) | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:

| | |
|-----|--|
| (A) | $RL > 0.66$; $+ \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq + \Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq + \Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $+ \Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 3.50 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.13 m

-L/S= 26.92

| | |
|-----|---------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| (C) | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

9. TIPO DE CUBIERTA:

La edificación presenta las siguientes características:

- Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas.
- Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc).
- Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas.

| | |
|-----|--|
| (A) | Edificio que cumple con las características presentadas en la clase A. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|-----|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| (B) | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|-----|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| (B) | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

TESIS:

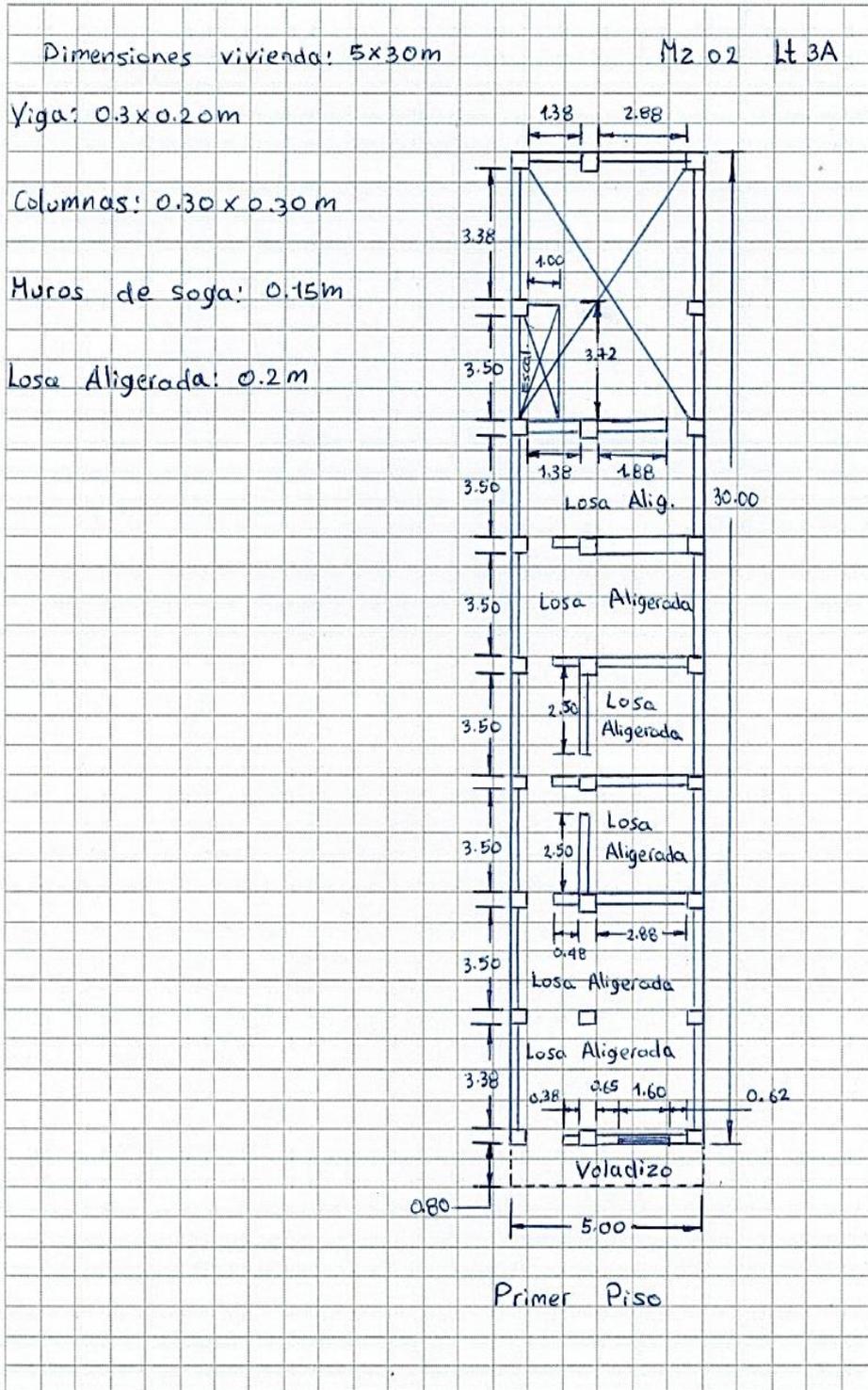
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN





METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS



TESIS:

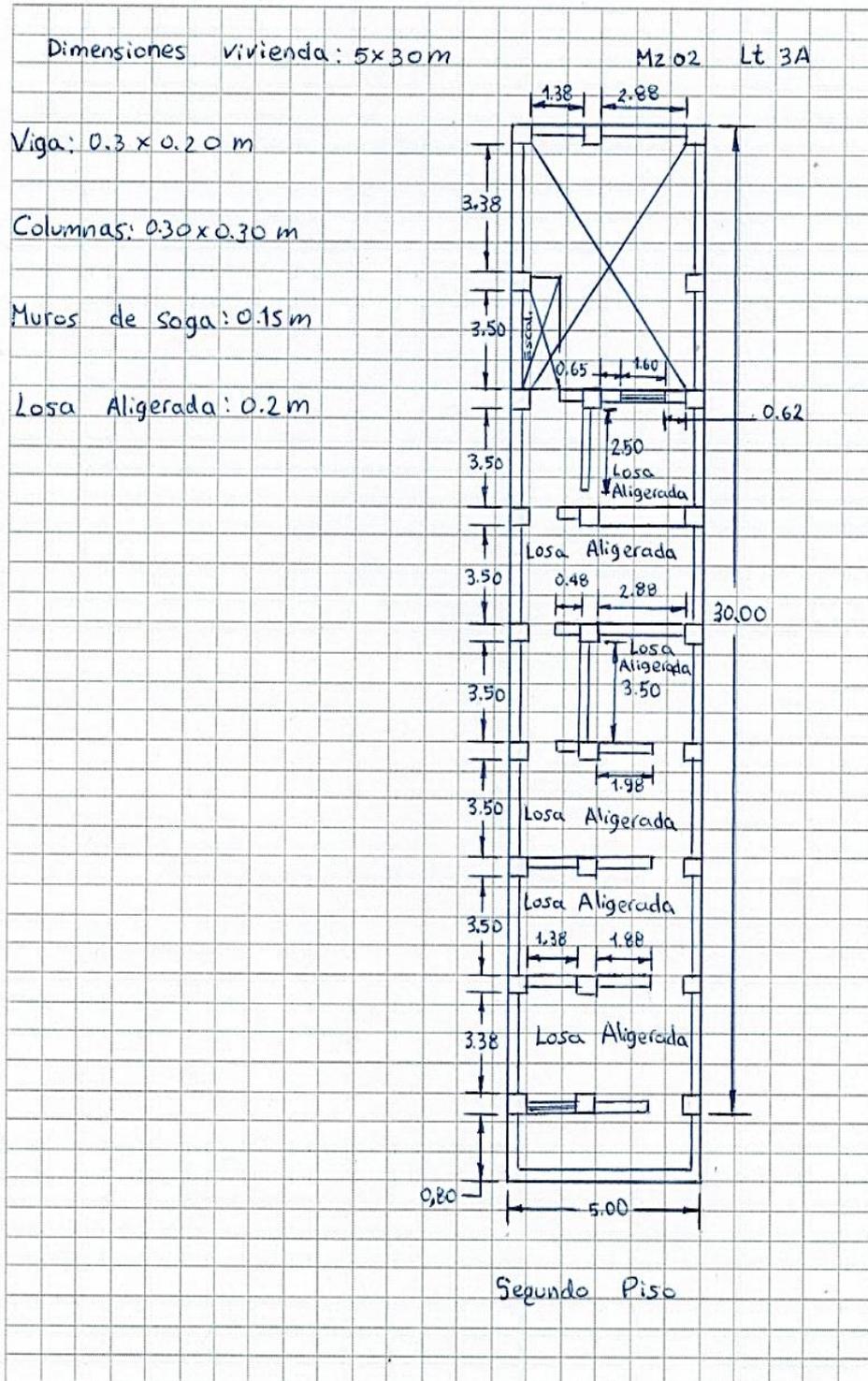
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 23.53, la vivienda ubicada en la Mz. 2 Lt. 3A tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 2 Lt. 3A.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 23.53$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 2 Lt. 3A.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel de Riesgo Sísmico para la vivienda ubicada en la Mz. 2 Lt. 3A.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 18.51 | Considerable |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 26.62 | Considerable |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 82.94 | Severo |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m2) = 226.00m2
- **P** = Porcentaje para depreciación = 29%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 38 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Bueno (“B” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m2) = 746.45 S/. /m2

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m2 para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 2 Lt. 3A.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 226.00 \times 746.45 (1 - 29/100)$$

VE = S/ 119,775.37 (CIENTO DIECINUEVE MIL SETECIENTOS SETENTA Y CINCO SOLES CON TREINTA Y SIETE CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 2 Lt. 3A para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 2 Lt. 3A para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 18.51 | S/ 119,775.37 | S/ 22,170.64 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 26.62 | S/ 119,775.37 | S/ 31,884.61 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 82.94 | S/ 119,775.37 | S/ 99,343.60 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 119,775.37 | S/ 119,775.37 |

3. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 3 LT 16A, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 3 Lt. 16A, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 3 Lt. 16A.

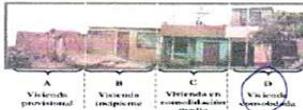
| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi | |
|--|--------------------------------------|--------------------------|----|----|----|---------|----------------|--------------|
| | | A | B | C | D | | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 1.25 | |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 37.50 | |
| 4 | Posición del edificio y | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 33.75 | |
| | Cimentación. | | | | | | | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 15.00 | |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 22.50 | |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 | |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 | |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki*Wi$ | | | | | | 121.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv/382.5)$ | | | | | | 31.70 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|---|
|  | METODOLOGÍA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eiseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Ismad Marco Bernay Zavaleto
 DNI: 32291193
 MZ: 3 LTE: 16A
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2008 (15 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: No
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: No
 SOTANOS: No
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar Tipo 1-1a
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 ÁREA DE TERRENO (m²): 5.0 x 30m (150m²)
 ht: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 5.9m
 AP: ÁREA DE PLANTA TÍPICA (m²): 5 x 26.4 (132m²)
 NÚMERO DE PISOS (N): 3
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.60m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 24 - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): B3 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: D



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|---|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado. |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t": $t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3

-ht: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.60, t(m) = 0.13
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13
 -Conclusión: Muros de muros cumplen espesor mínimo

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m" $\sigma_m = \frac{P_{tr}}{L \cdot t} \leq 0.27 f_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f_m$

Donde f_m (Tr/m²) = 85 kg/cm² = 850 Tn/m²
 -Conclusión: Menos del 60% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen esfuerzo axial máx.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros: $\sum L_i \geq \frac{Z U_i S N}{A_p}$

-Conclusión: No se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrespiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$

-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_{mi}) de los muros de albañilería se calculará en cada entrespiso mediante las siguientes expresiones:
 Para Unidades de arcilla y de concreto: $V_m = 0.5 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_i$
 Para Unidades Silico-calcáreas: $V_m = 0.35 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_i$
 Donde V_m (Tr/m²) = 5.1 kg/cm² = 51 Tn/m²
- Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrespiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_i \leq 0.55 V_{a_i}$ = Fuerza Cortante Admisibles
 donde: "V_i" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "V_a" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

-Conclusión: No se cumple la resistencia al corte en la dirección X.

3.5. Calificación:

| | |
|---|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

UNSA

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

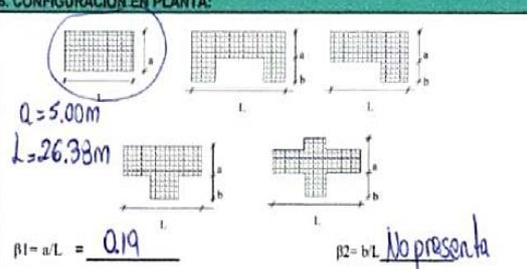
AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

M₂ 3 Lt 16A

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

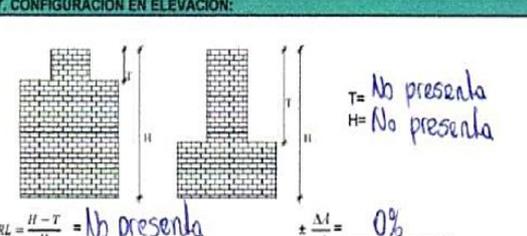
6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:



$\beta_1 = a/L = 0.19$ $\beta_2 = b/L$ *No presenta*

| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:



$T =$ *No presenta*
 $H =$ *No presenta*
 $RL = \frac{H-T}{H} =$ *No presenta* $\pm \frac{\Delta A}{A} = 0\%$

| | |
|----------|--|
| A | $RL > 0.66$; $\pm \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq \pm \Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq \pm \Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $\pm \Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 3.50 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.15 m

-L/S= 23.33

| | |
|----------|---------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

9. TIPO DE CUBIERTA:

A

La edificación presenta las siguientes características:
1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tjerales y correas debidamente espaciadas.
2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc).
3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas.

| | |
|---|--|
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

A

-Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.
-Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto.
-Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared.

B

Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente.

C

Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad.

D

-Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura.
-Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto.
-Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado.

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

A

Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura.

B

Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros.

C

Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería.

D

Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años.

TESIS:

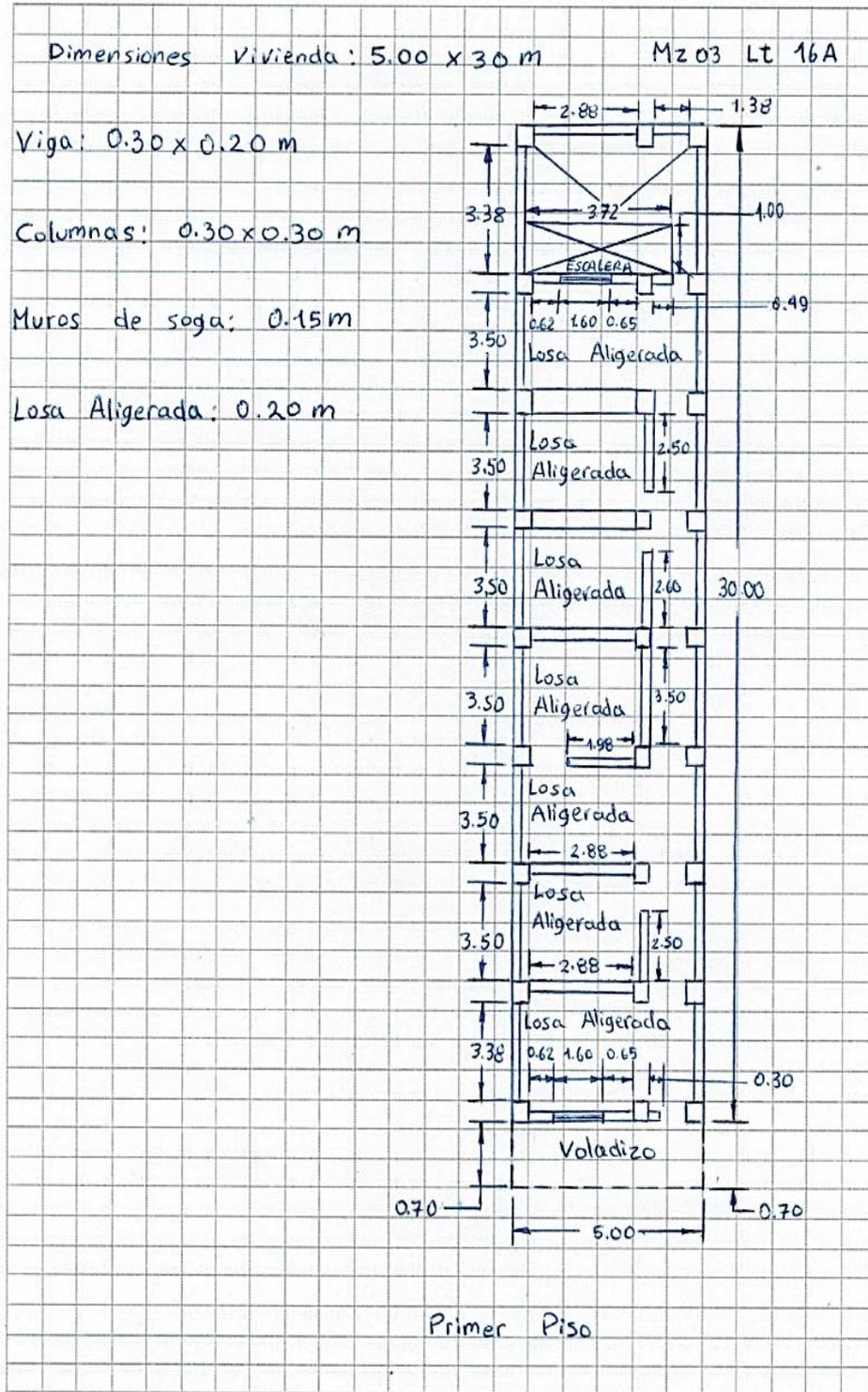
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

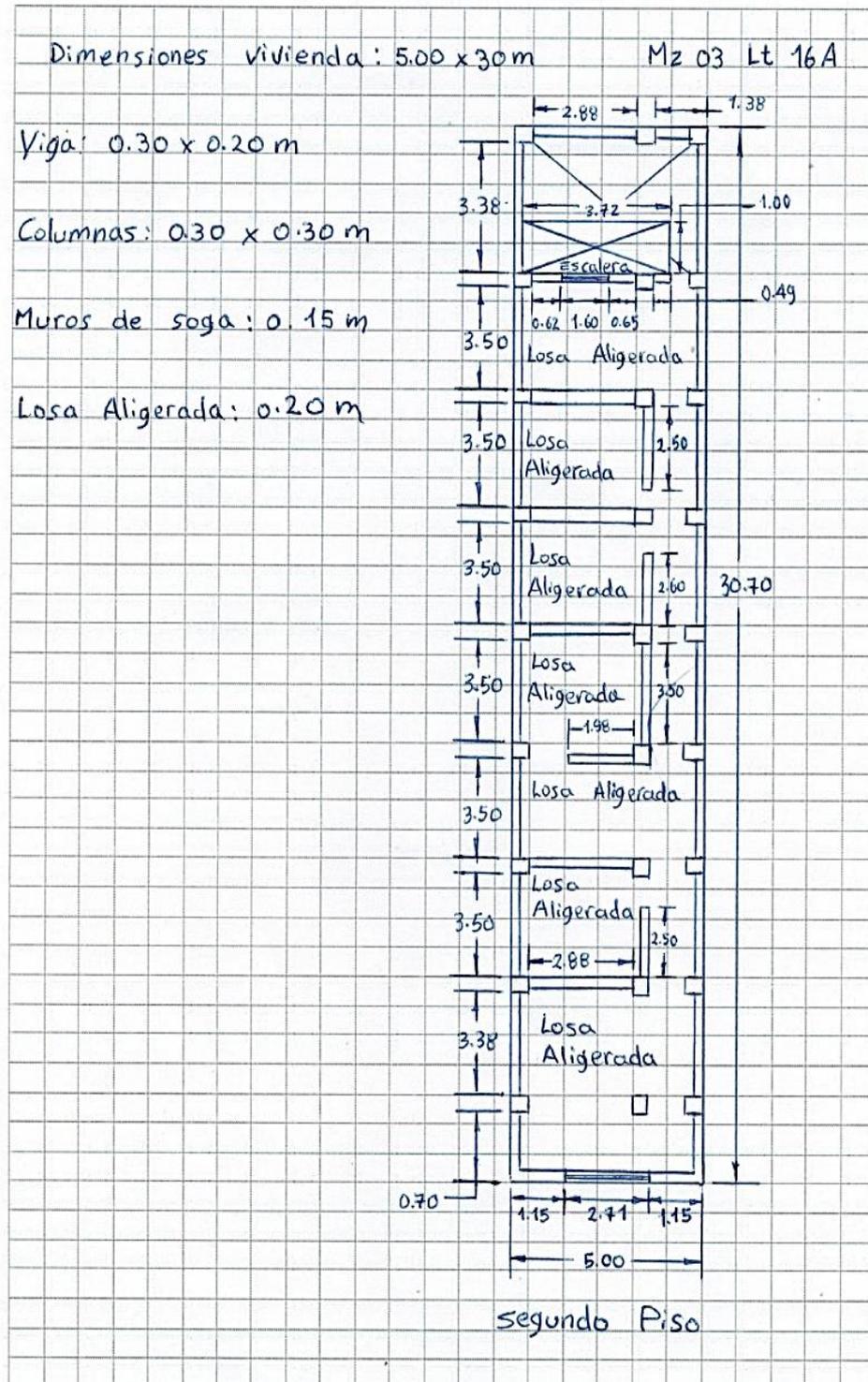
RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 31.70, la vivienda ubicada en la Mz. 3 Lt. 16A tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 3 Lt. 16A.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 31.70$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 3 Lt. 16A.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel de Riesgo Sísmico para la vivienda ubicada en la Mz. 3 Lt. 16A.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 29.22 | Considerable |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 37.51 | Fuerte |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m2) = 174.98 m2
- **P** = Porcentaje para depreciación = 26%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 15 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Muy Bueno (“A” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petri).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m2) = 827.61 S/. /m2

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m2 para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 3 Lt. 16A.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 174.98 \times 827.61 (1 - 6/100)$$

$$VE = S/ 136,126.29 \text{ (CIENTO TREINTA Y SEIS MIL CIENTO VEINTISÉIS SOLES CON VEINTINUEVE CENTÉSIMOS)}$$

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 3 Lt. 16A para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 3 Lt. 16A para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 29.22 | S/ 136,126.29 | S/ 39,776.05 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 37.51 | S/ 136,126.29 | S/ 51,059.20 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 136,126.29 | S/ 136,126.29 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 136,126.29 | S/ 136,126.29 |

4. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 4 LT 4, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 4 Lt. 4, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 4 Lt. 4.

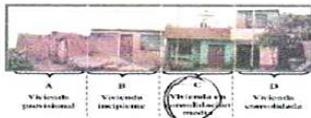
| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso | Parcial |
|--|--------------------------------------|-------------------------|----|----|----|------|---------|
| | | A | B | C | D | Wi | Ki* Wi |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 37.50 |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 33.75 |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 12.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki*Wi$ | | | | | 110.00 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100* (Iv/382.5)$ | | | | | 28.76 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | | |
|--|--|---|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022" | | | |
| AUTORES: | | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Alfonso Jaramilla Romaldo
 DNI: 32331968
 MZ: 4 LITE: 4
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1996 (27 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: No
 SOTANOS: No
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar - tipo C-1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 ÁREA DE TERRENO (m²): 10 x 25 m = 250 m²
 h: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 2.90 m
 AP: ÁREA DE PLANTA TÍPICA (m²): 228.6 m
 NÚMERO DE PISOS (N): 1
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.70 m
 FACTOR DE ZONA SÍSMICA (Z): 24 - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S8 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: 2C



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|----------|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado. |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

| | |
|--|---|
| 1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE: | |
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre que indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

$t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3

-h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.70 t (m) = 0.135
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.14
 -Conclusión: de muros cumplen con el espesor mínimo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"

$\sigma_m = \frac{F_m}{L \cdot t} \leq 0.27 f_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f_m$

Donde F_m (Tn/m²) = 35 kg/cm² = 350 Tn/m²
 -Conclusión: Menos del 50% del total de muros en ambos ejes cumple el esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$\frac{\text{Área de Cortes de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} \geq \sum_{Ap} \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$

-Conclusión: No se cumple la densidad mínima de muros en el eje X.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$

-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:
 $V_m = 0.5 V_u \cdot a \cdot l \cdot L + 0.23 P_u$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_m = 0.35 V_u \cdot a \cdot l \cdot L + 0.23 P_u$ Para Unidades Silico-calcáreas

Donde V_m (Tn/m²) = 5.1 kg/cm² = 51 Tn/m²

• Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_c \leq 0.55 V_u = \text{Fuerza Cortante Admisible}$
 donde: "V_c" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "V_u" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

-Conclusión: No se cumple la resistencia al corte en la dirección X.

3.5. Calificación:

| | |
|----------|---|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

Mz 4 Lt 4

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 3.99 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.19 m

-L/S= 26.07

| | |
|----------|----------------------------|
| A | Edificio con L/S < 15 |
| B | Edificio con 15 ≤ L/S < 18 |
| C | Edificio con 18 ≤ L/S < 25 |
| D | Edificio con L/S ≥ 25 |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:

$\beta_1 = a/L = 0.4$ $\beta_2 = b/L$ No presenta

| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

9. TIPO DE CUBIERTA:

| | |
|----------|---|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de armostamiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:

$RL = \frac{H-T}{H} = 0\%$ $T = \text{No presenta}$ $H = \text{No presenta}$

| | |
|----------|---|
| A | $RL > 0.66$; $+\Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq +\Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq +\Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $+\Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

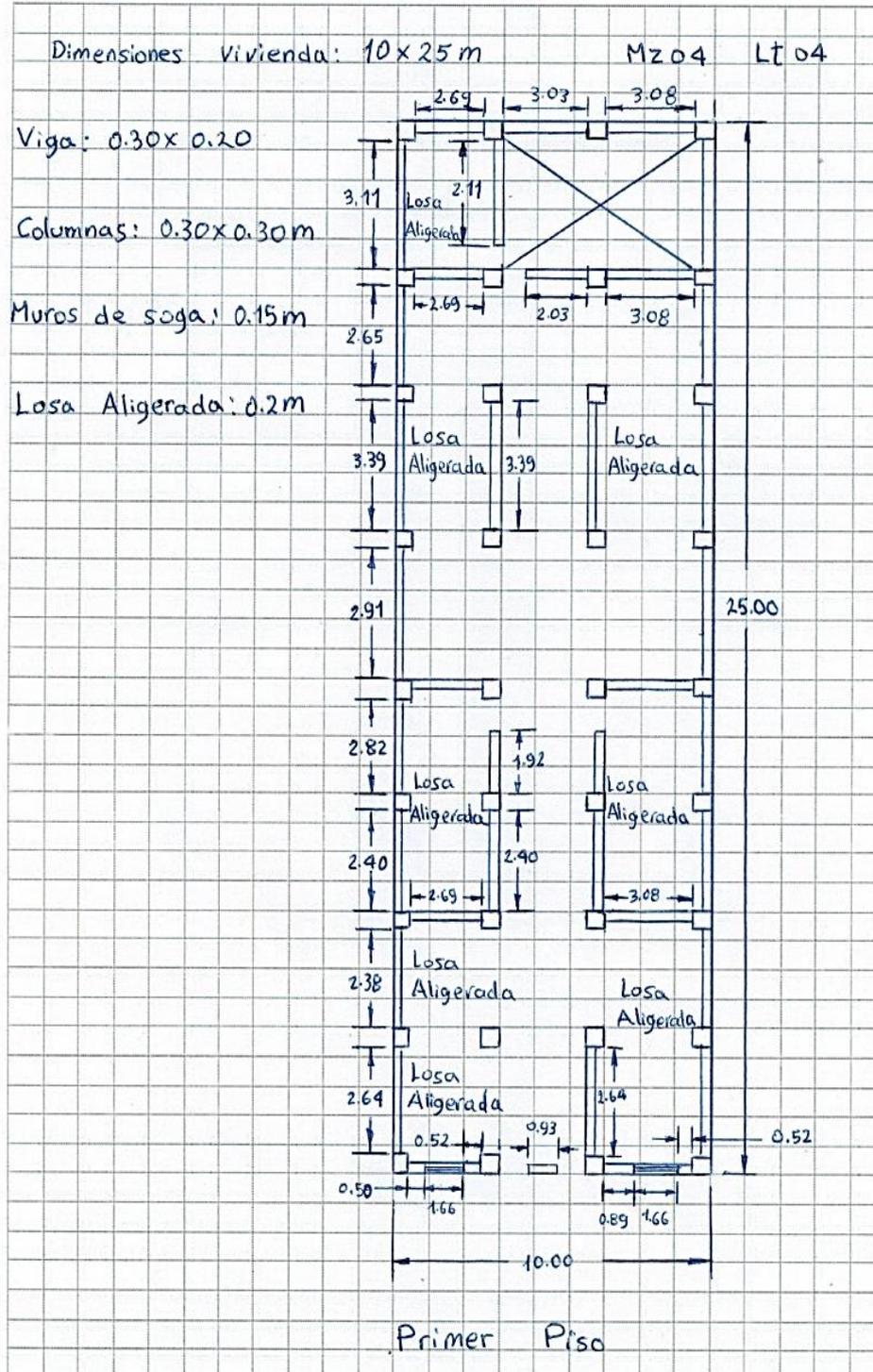
10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que puedan caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 28.76, la vivienda ubicada en la Mz. 4 Lt. 4 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 4 Lt. 4.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 28.76$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 4 Lt. 4.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel de Riesgo Sísmico para la vivienda ubicada en la Mz. 4 Lt. 4.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 24.88 | Considerable |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 33.19 | Fuerte |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 99.66 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 228.60 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 23%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 27 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Bueno (“B” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 719.39 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 4 Lt. 4.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 228.60 \times 719.39 (1 - 23/100)$$

VE = S/ 126,628.47 (CIENTO VEINTISÉIS MIL SEISCIENTOS VEINTIOCHO SOLES CON CUARENTA Y SIETE CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 4 Lt. 4 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 4 Lt. 4 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 24.88 | S/ 126,628.47 | S/ 31,511.00 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 33.19 | S/ 126,628.47 | S/ 42,028.27 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 99.66 | S/ 126,628.47 | S/ 126,203.40 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 126,628.47 | S/ 126,628.47 |

5. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 5 LT 14, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 5 Lt. 14, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 5 Lt. 14.

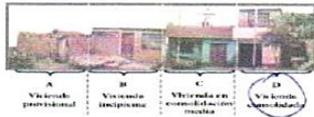
| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi | |
|--|---|----------------------------|----------|-----------|-----------|------------|-------------------|--------------|
| | | A | B | C | D | | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 | |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 37.50 | |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 33.75 | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 22.50 | |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 | |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 | |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | | 110.00 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | | 28.76 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022" | | |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Victoria Garcia Arteaga
 DNI: 32807840
 MZ: 5 LTE: 14
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2012 (11 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: Si
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: No
 SOTANOS: No
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar tipo C-10
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 AREA DE TERRENO (m²): 5.0 x 25 m (125 m²)
 ht: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 7.95 m
 AP: AREA DE PLANTA TIPICA (m²): 5.0 x 25 m (125 m²)
 NUMERO DE PISOS (N): 3
 ht: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.60 m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 24 - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S2 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: D



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|----------|---|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: -> Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. -> Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. -> Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "dientada". -> Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. -> Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. -> Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicadas a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado. |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

| | |
|----------|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E.070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":
 $t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3
 -h: Altura promedio de Entrepioso (m): 2.60, $t(m) \geq$ 0.13
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13
 -Conclusión: La mayoría de muros cumplen espesor mínimo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: " σ_m "
 $\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f'_m$
 Donde f'_m (Tn/m²) = 35 Kg/cm² = 350 Tn/m²
 -Conclusión: Menos del 50% total de muros en ambos ejes cumplen el esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:
 $\frac{A_{muro Cortado de los Muros Reforzados}}{A_{muro de la Planta Tipica}} \geq \frac{\sum U_i S_i}{A_p \cdot 56}$
 -Conclusión: En los 3 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en el eje X.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:
 • Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepioso "T" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:
 $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$
 -Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 • La resistencia al corte (V_{mi}) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepioso mediante las siguientes expresiones:
 $V_m = 0.5 V_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_s$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_m = 0.35 V_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_s$ Para Unidades Silico-calceas Ladrillo King Kong Artesanal
 Donde V_m (Tn/m²) = 5.1 Kg/cm² = 51 Tn/m²
 • Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepioso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_m \leq 0.55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisibles}$
 donde: " V_m " es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y " V_m " es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.
 -Conclusión: No se cumple la resistencia al corte en el eje X.

3.5. Calificación:

| | |
|----------|---|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 26% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

| | |
|--|---|
| METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASesor: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE Mz 5 Lt 14 |

| 5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES: | |
|-----------------------------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| (B) | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

| 8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS: | |
|---|---------------------------------|
| -L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: | 3.72 m |
| -S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): | 0.14 m |
| -L/S= | 26.57 |
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| (D) | Edificio con $L/S \geq 25$ |

| 6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA: | |
|-----------------------------|--|
| | |
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| (D) | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

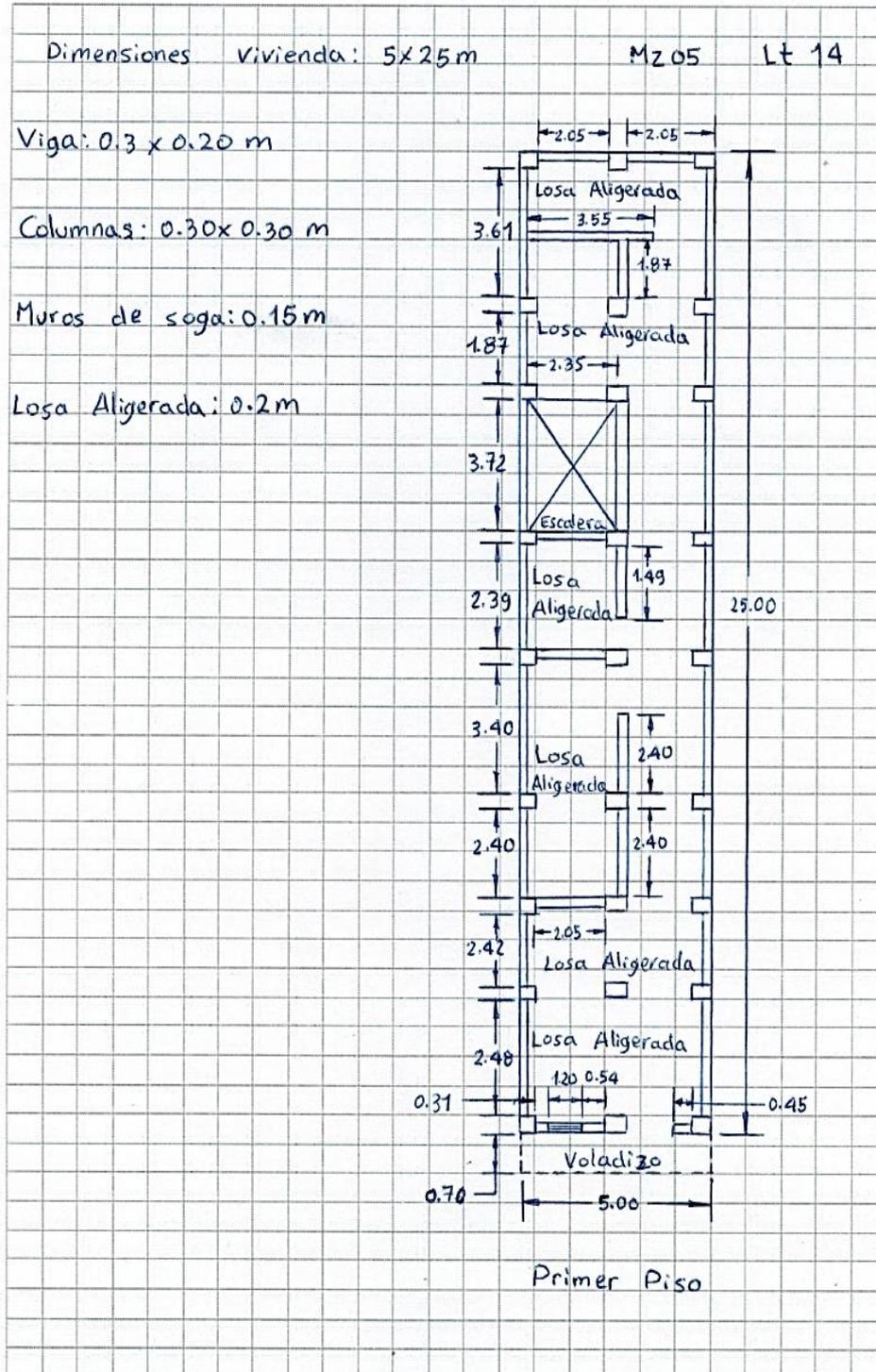
| 9. TIPO DE CUBIERTA: | |
|----------------------|---|
| (A) | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

| 7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN: | |
|--------------------------------|--|
| | |
| (A) | $RL > 0.66$; $+ \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq + \Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq + \Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $+ \Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

| 10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES: | |
|---------------------------------|--|
| (A) | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

| 11. ESTADO DE CONSERVACIÓN: | |
|-----------------------------|---|
| (A) | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



TESIS:

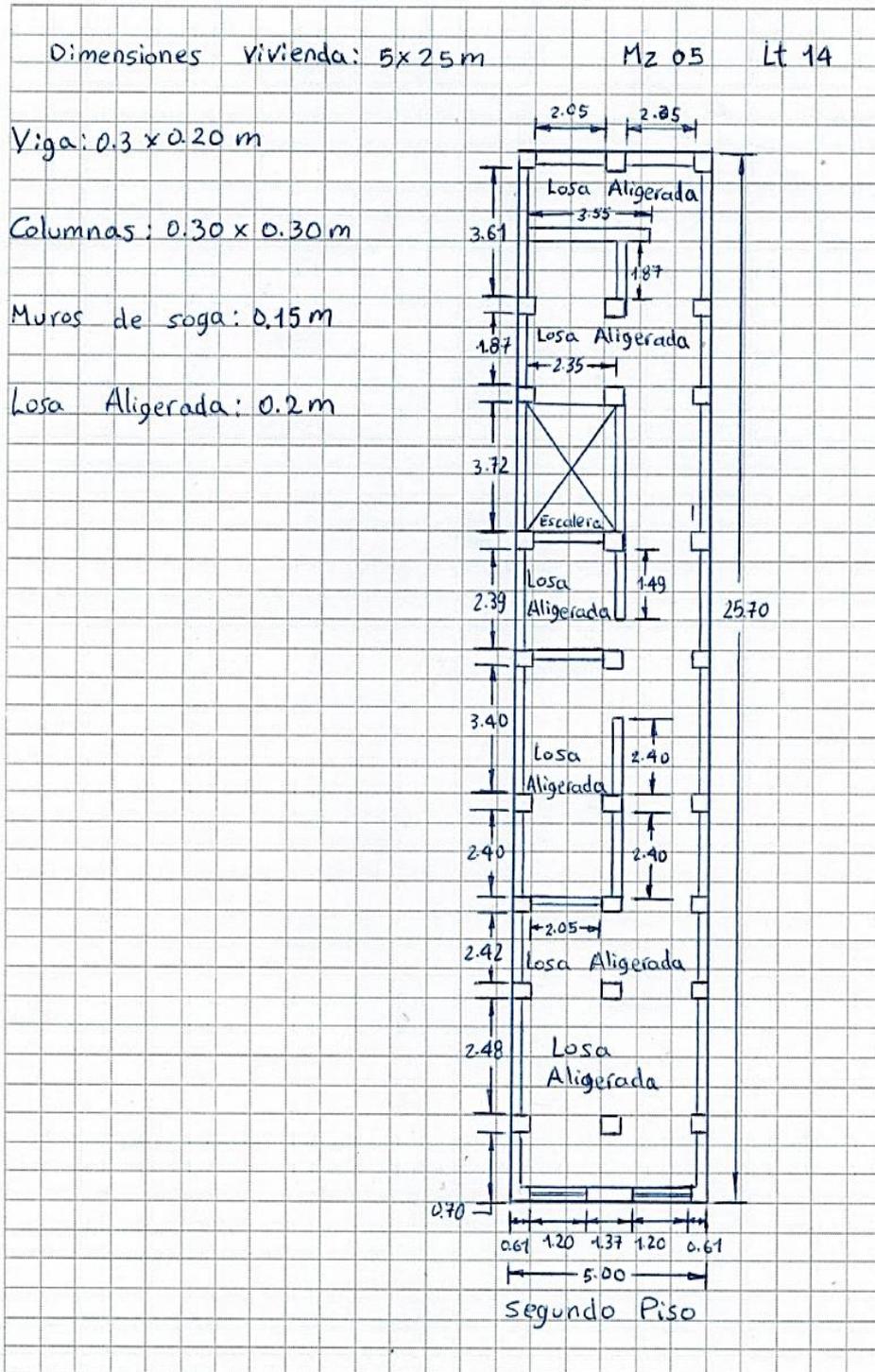
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

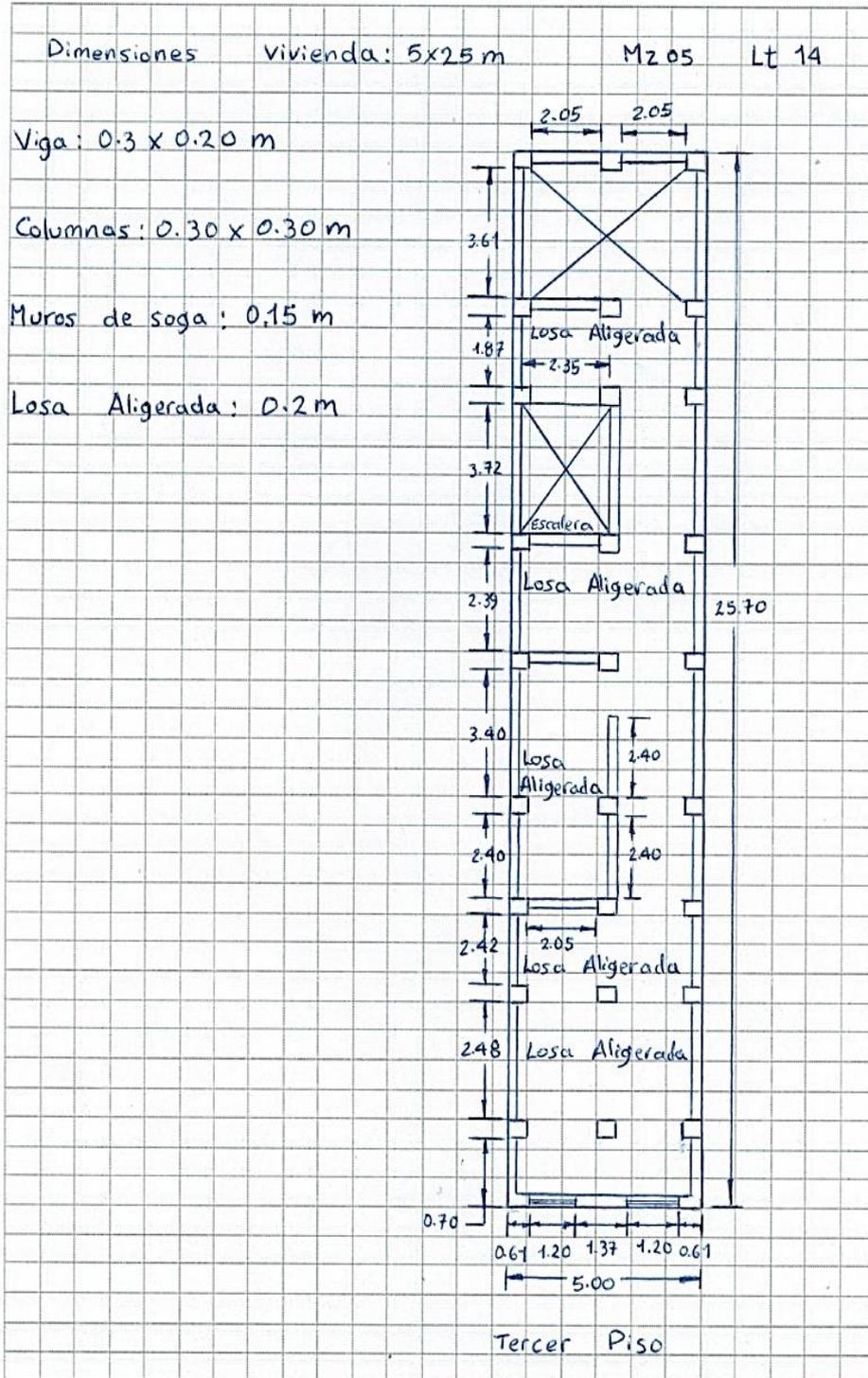
RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 28.76, la vivienda ubicada en la Mz. 5 Lt. 14 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 5 Lt. 14.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 28.76$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 5 Lt. 14.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel de Riesgo Sísmico para la vivienda ubicada en la Mz. 5 Lt. 14.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 24.88 | Considerable |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 33.19 | Fuerte |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 99.66 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 375.00 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 6%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 11 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Muy Bueno (“A” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrinì).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 844.11 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 5 Lt. 14.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 375.00 \times 844.11 (1 - 6/100)$$

VE = S/ 297,548.78 (DOSCIENTOS NOVENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS CUARENTA Y OCHO SOLES CON SETENTA Y OCHO CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 5 Lt. 14 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 5 Lt. 14 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 24.88 | S/ 297,548.78 | S/ 74,043.86 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 33.19 | S/ 297,548.78 | S/ 98,757.11 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 99.66 | S/ 297,548.78 | S/ 296,549.97 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 297,548.78 | S/ 297,548.78 |

6. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 6 LT 4, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 6 Lt. 4, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 6 Lt. 4.

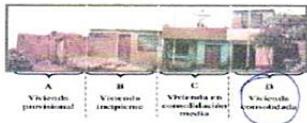
| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi | |
|--|---|---|----------|-----------|-----------|------------|-------------------|--------------|
| | | A | B | C | D | | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 1.25 | |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 37.50 | |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 18.75 | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 22.50 | |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 | |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 | |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 | |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | Iv = $\sum Ki*Wi$ | | | | | | 121.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | Ivn = $100* (Iv/382.5)$ | | | | | | 31.70 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

L DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Juan Conejo Reyes
 DNI: 32 866 616
 MZ: 6 LOTE: 4
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1998 (20 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: Si
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: No
 SOTANOS: No
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar Tipo C-1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería Cimentada
 ÁREA DE TERRENO (m2): 5 x 25 (125 m²)
 ht: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 5.60 m
 AP: ÁREA DE PLANTA TÍPICA (m2): 5 x 25 (125 m²)
 NUMERO DE PISOS (N): 3
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.60 m
 FACTOR DE ZONA SÍSMICA (Z): 2.4 - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: D



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

$r \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3

-h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.60
 - Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13
 - Conclusión: La mayoría de muros cumplen espesor mínimo

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f'_m$$

Donde f'_m (Tn/m²) = 35 kg/cm² = 350 Tn/m²
 - Conclusión: Menos del 50% del total de muros cumplen el esfuerzo axial máximo, en ambos ejes.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$\rho_m \geq \frac{\sum L_i \cdot Z U S N}{A_p \cdot 56}$

Arcade Cortados Muros Reforzados
 Arcade la Planta Típica

- Conclusión: En ambos pisos no se cumple la densidad de muros en el ejex.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$

-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:

Para Unidades de arcilla y de concreto

$$V_m = 0,5 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_e$$

Para Unidades Silico-calceas

$$V_m = 0,35 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_e$$

Donde v_m (Tn/m²) = 5.1 kg/cm² = 51 Tn/m²

• Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la coherencia de fisuras por corte:

$$V_c \leq 0,55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisible}$$

donde: " V_c " es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y " V_m " es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

- Conclusión: En ambos pisos no se cumple la resistencia al corte en el ejex.

3.5. Calificación:

| | |
|---|---|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo Mz 6 Lt 4
 RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 3.72 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.14 m

-L/S= 25.83

| | |
|----------|---------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:

$\beta_1 = a/L = 0.2$ $\beta_2 = b/L$ No presenta

| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

9. TIPO DE CUBIERTA:

| | |
|----------|---|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:

$RL = \frac{H-T}{H} = \text{No presenta}$ $\pm \frac{\Delta A}{A} = 0\%$

| | |
|----------|--|
| A | $RL > 0.66$; $\pm \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq \pm \Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq \pm \Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $\pm \Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

TESIS:

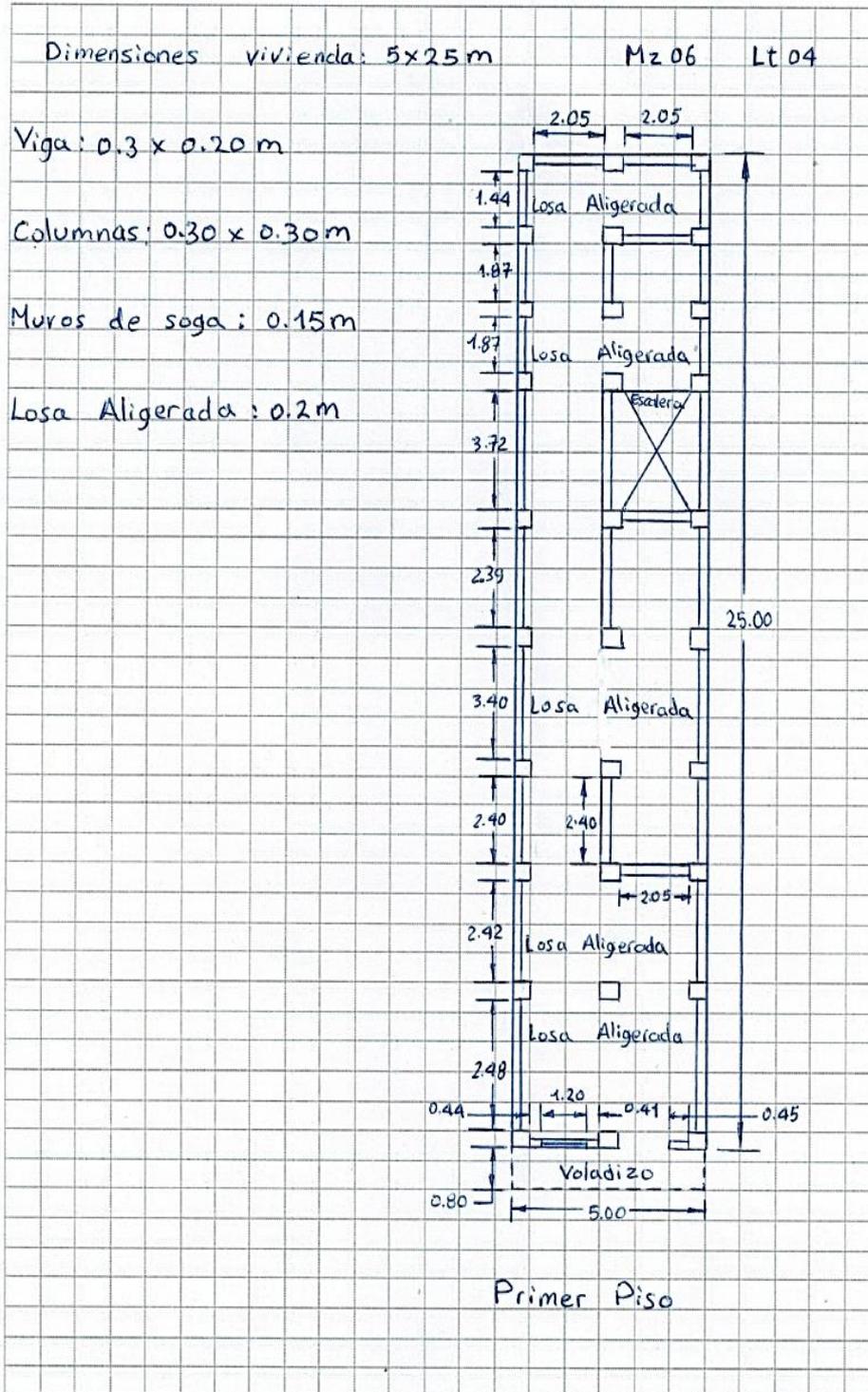
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN





METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS



TESIS:

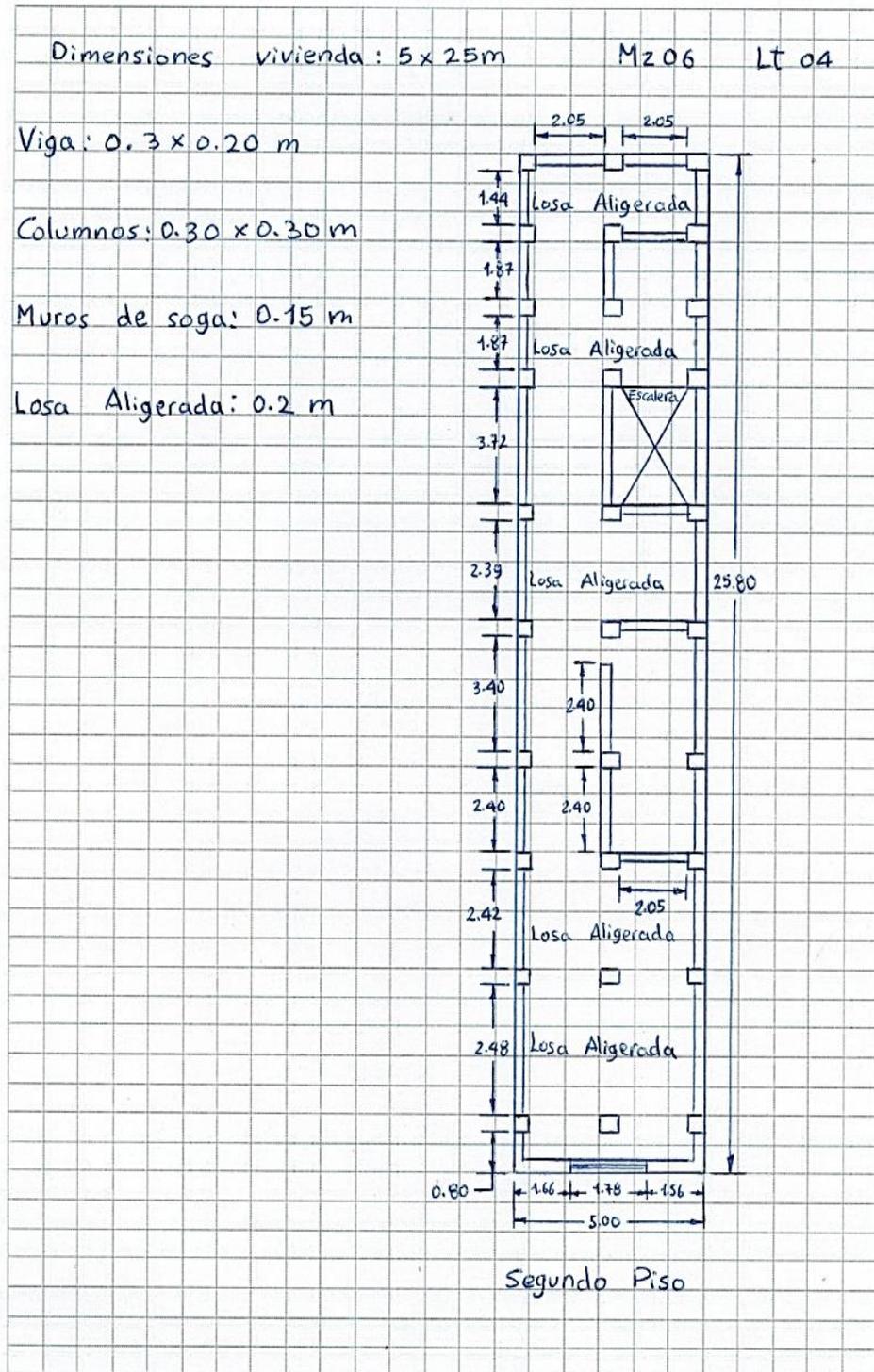
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 31.70, la vivienda ubicada en la Mz. 6 Lt. 4 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 6 Lt. 4.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|------------------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 31.70$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 6 Lt. 4.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel de Riesgo Sísmico para la vivienda ubicada en la Mz. 6 Lt. 4.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 29.22 | Considerable |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 37.51 | Fuerte |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 250.00 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 32%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 25 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Regular (“C” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 719.39 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 6 Lt. 4.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 250.00 \times 719.39 (1 - 32/100)$$

VE = S/ 122,296.30 (CIENTO VEINTIDÓS MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y SEIS SOLES CON TREINTA CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 6 Lt. 4 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 6 Lt. 4 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 29.22 | S/ 122,296.30 | S/ 35,734.93 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 37.51 | S/ 122,296.30 | S/ 45,871.75 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 122,296.30 | S/ 122,296.30 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 122,296.30 | S/ 122,296.30 |

7. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 7 LT 6, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 7 Lt. 6, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 7 Lt. 6.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso | Parcial |
|--|--------------------------------------|----------------------------|----|----|----|------|---------|
| | | A | B | C | D | Wi | Ki* Wi |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 0.00 |
| 4 | Posición del edificio y | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 18.75 |
| | Cimentación. | | | | | | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 2.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | 32.50 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | 8.50 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|--|
| | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022" | | |
| AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | | |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Marcelino Ramos Ciprian
 DNI: 32760902
 MZ: 7 LITE: 6
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2001 (22 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: Si
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: No
 SOTANOS: No
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar Tipo C-1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería Confinada
 AREA DE TERRENO (m2): 70 x 10m (70m2)
 ht: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 7.90m
 AP: AREA DE PLANTA TÍPICA (m2): 61.8 m2
 NUMERO DE PISOS (N): 3
 ht: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.60m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 74 = 0.43g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3-1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: 0



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|---|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarrar entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "dentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t": $t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3

-ht: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.60, $t(m) \geq$ 0.13
 -Espesor efectivo de muro actual (m): 0.13
 -Conclusión: la mayoría de muros cumplen espesor mínimo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: $\sigma_m = \frac{F_m}{L \cdot t} \leq 0,2 f' m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f' m$

Donde $f'm$ (Tn/m2) = 74 kg/cm2 = 740 Tn/m2 Ladrillo de concreto
 -Conclusión: Más del 75% del total de muros en ambos ejes cumplen el esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

Arco de Cortados Muros Reforzados $\sum L_i \geq \frac{Z U S N}{4p}$

-Conclusión: En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que: $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$

-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_c) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:
 $V_c = 0,5 v_c \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_c$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_c = 0,35 v_c \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_c$ Para Unidades Silico-calcáreas Ladrillo de concreto

Donde $v'm$ (Tn/m2) = 8.6 kg/cm2 = 86 Tn/m2

• Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_c \leq 0,55 V_c = \text{Fuerza Cortante Admisible}$
 donde: " V_c " es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y " V_c " es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

-Conclusión: En ambos ejes X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos.

3.5. Calificación:

| | |
|---|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

M₂ y It₆

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|---|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 326 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.13 m

-L/S= 25.07

| | |
|---|----------------------------|
| A | Edificio con L/S < 15 |
| B | Edificio con 15 ≤ L/S < 18 |
| C | Edificio con 18 ≤ L/S < 25 |
| D | Edificio con L/S ≥ 25 |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:

$\beta_1 = a/L = 0.7$ $\beta_2 = b/L = \text{No presenta}$

| | |
|---|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

9. TIPO DE CUBIERTA:

| | |
|---|---|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tirajes y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:

$T = \text{No presenta}$ $H = \text{No presenta}$

$RL = \frac{H-T}{H} = \text{No presenta}$ $\pm \frac{\Delta A}{A} = 0\%$

| | |
|---|--|
| A | $RL > 0.66$; $\pm \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq \pm \Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq \pm \Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $\pm \Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|---|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

TESIS:

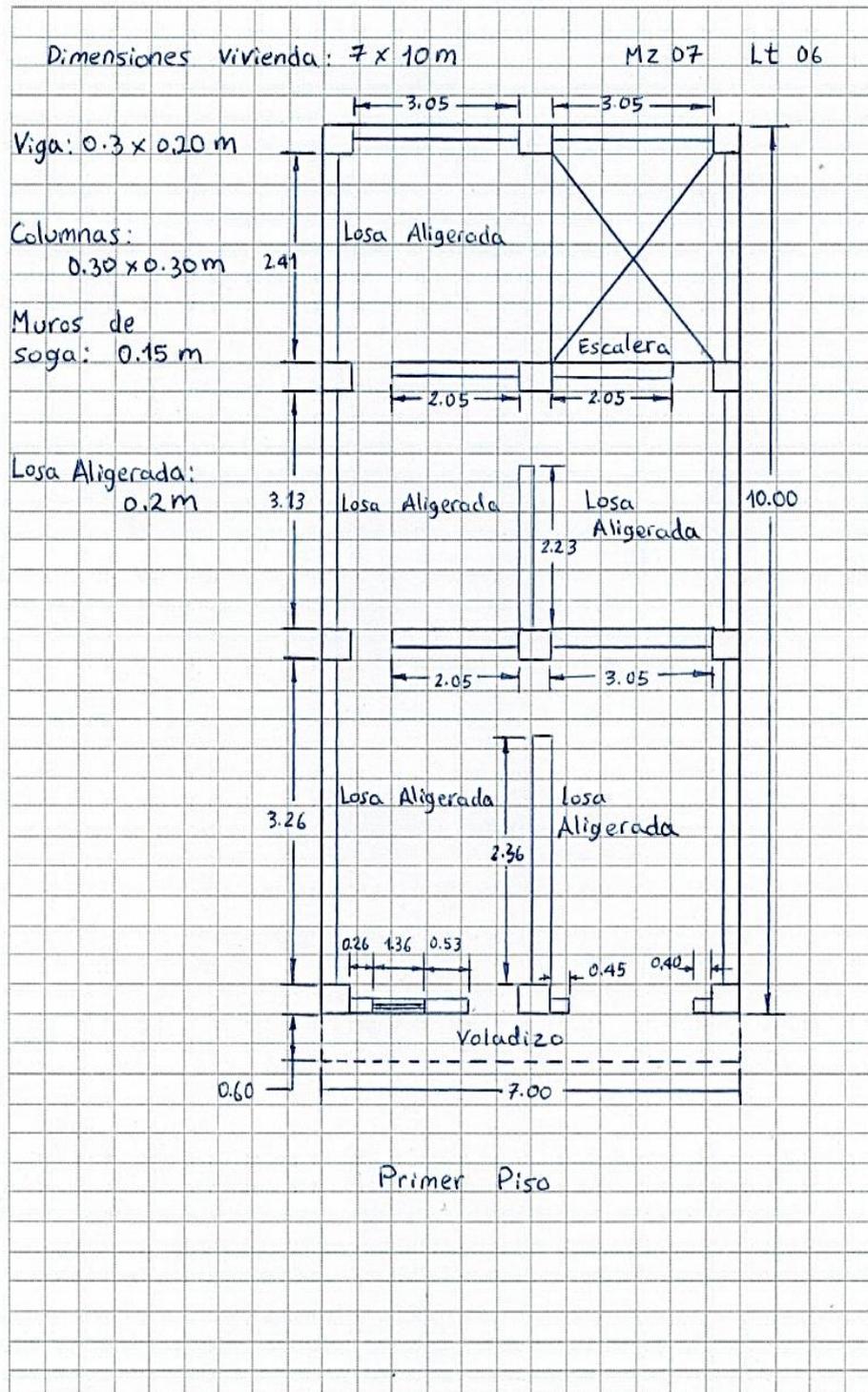
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

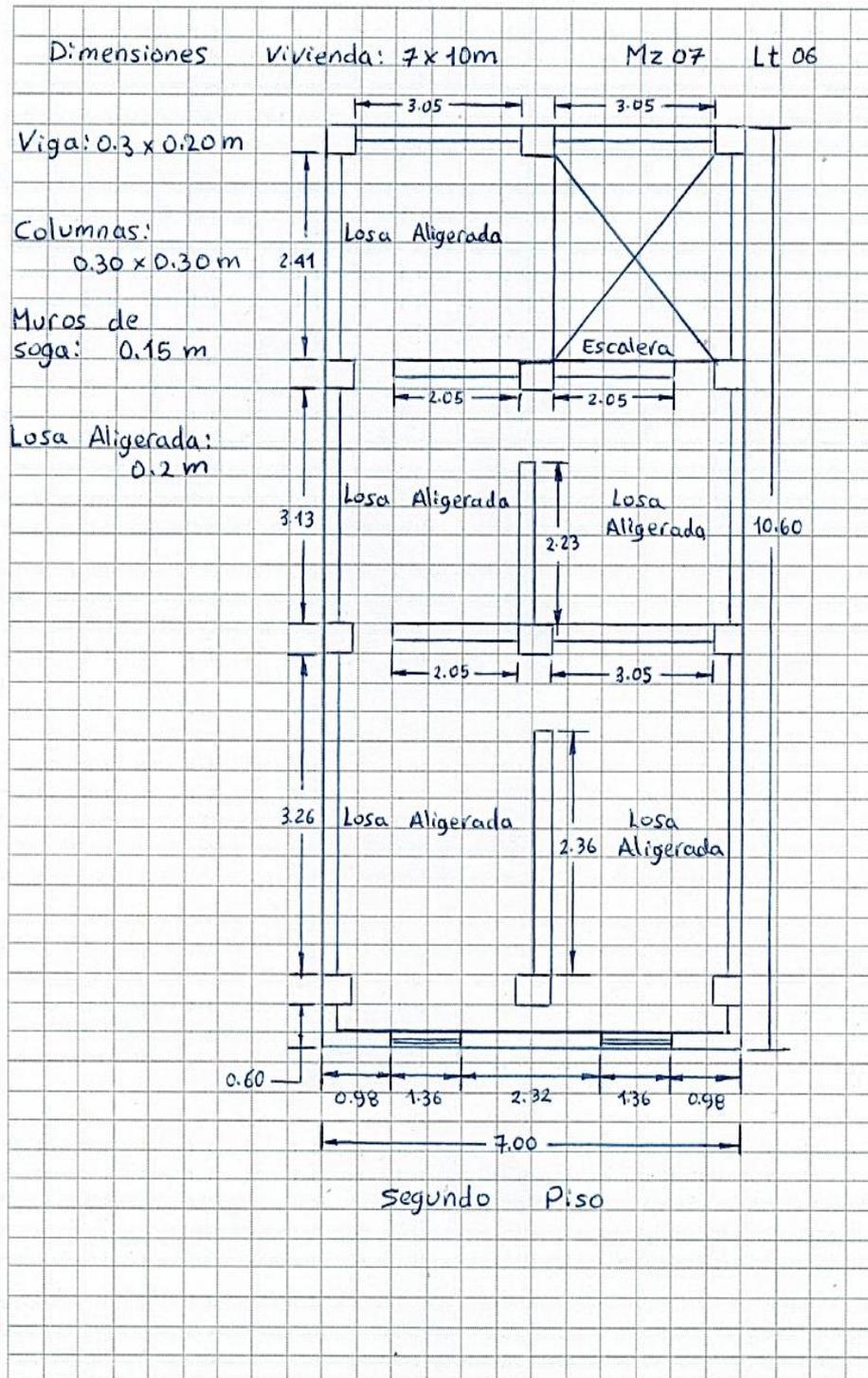
RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



TESIS:

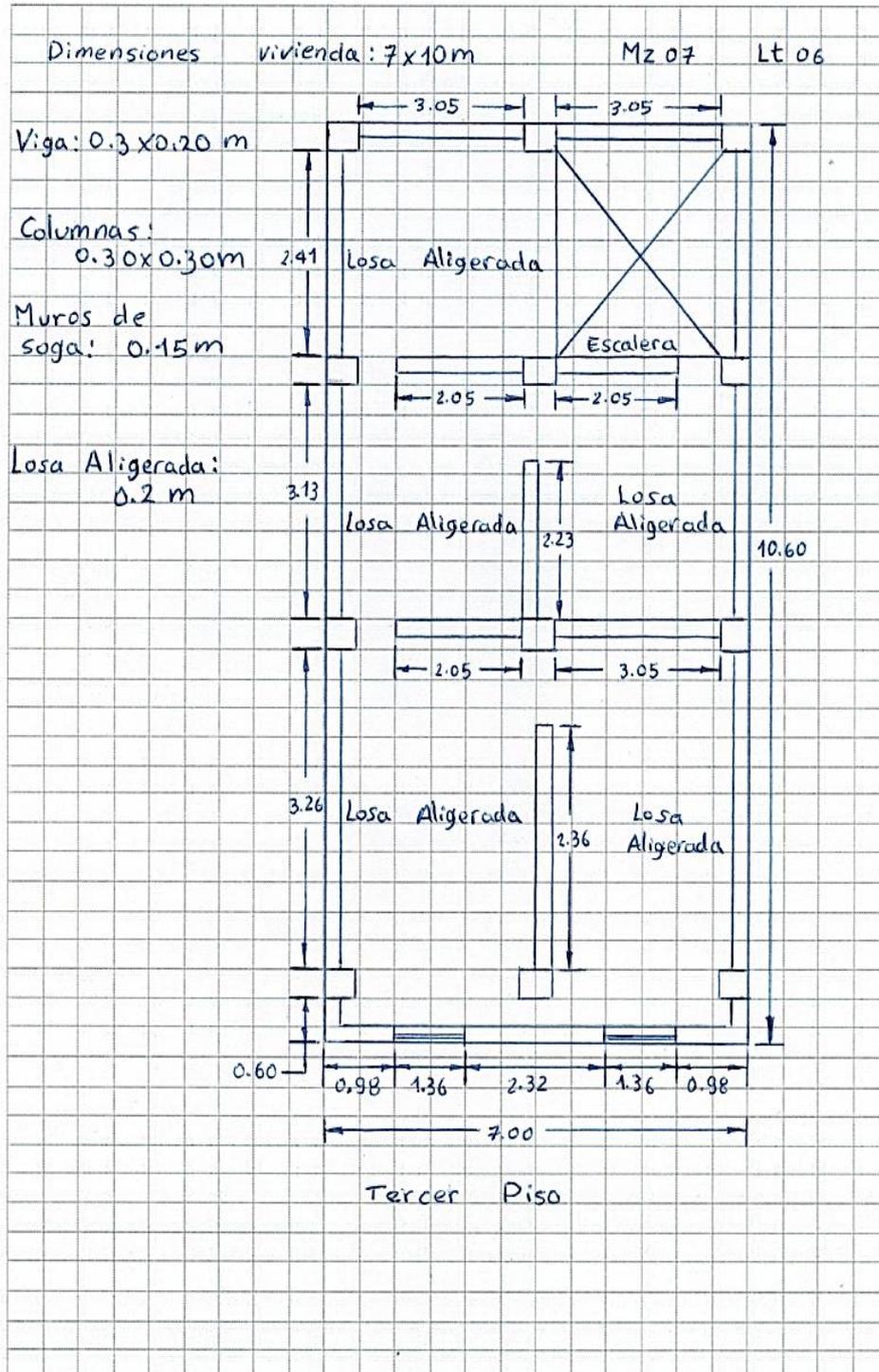
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 8.50, la vivienda ubicada en la Mz. 7 Lt. 6 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica BAJA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 7 Lt. 6.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 8.50$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 7 Lt. 6.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel de Riesgo Sísmico para la vivienda ubicada en la Mz. 7 Lt. 6.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 7.83 | Moderado |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 14.53 | Moderado |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 53.44 | Fuerte |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 70.30 | Severo |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m2) = 185.40 m2
- **P** = Porcentaje para depreciación = 12%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 22 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Muy Bueno (“A” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petri).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m2) = 844.11 S/. /m2

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m2 para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 7 Lt. 6.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 185.40 \times 844.11 (1 - 12/100)$$

VE = S/ 137,718.23 (CIENTO TREINTA Y SIETE MIL SETECIENTOS DIECIOCHO SOLES CON VEINTITRÉS CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 7 Lt. 6 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 7 Lt. 6 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 7.83 | S/ 137,718.23 | S/ 10,786.70 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 14.53 | S/ 137,718.23 | S/ 20,014.55 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 53.44 | S/ 137,718.23 | S/ 73,597.73 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 70.30 | S/ 137,718.23 | S/ 96,819.86 |

8. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 8 LT 3, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 8 Lt. 3, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 8 Lt. 3.

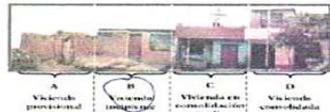
| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi |
|--|--------------------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|----------------|
| | | A | B | C | D | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 20.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 67.50 |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 18.75 |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 45.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 12.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 15.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki*Wi$ | | | | | 191.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100* (Iv/382.5)$ | | | | | 50.00 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|---|
|  | METODOLOGÍA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Victor Contreras Rodriguez
 DNI: 82 82 3549
 MZ: 8 LTE: 3
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1989 (34 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: No
 SOTANOS: No
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar Tipo C-1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería Concreto
 AREA DE TERRENO (m²): 10x25 m (250 m²)
 H: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 5.60 m
 AP: AREA DE PLANTA TÍPICA (m²): 12.65 x 3.2 m (66.2 m²)
 NUMERO DE PISOS (N): 2
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.60 m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 24 - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: 8



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|---|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado. |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

| | |
|--|--|
| 1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE: | |
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":
 $t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3
 h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.60 m
 t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13
 -Conclusión: La mayoría de muros cumplen el espesor mínimo

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f' m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f' m$$
 Ladrillo de concreto
 Donde f_m (Tn/m²) = 74 kg/cm² = 740 Tn/m²
 -Conclusión: Menos del 25% del total de muros cumplen el esfuerzo axial máximo en ambos ejes.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$$\text{Área de Corte de los Muros Reforzados} = \sum \frac{L_i \cdot Z_i \cdot S_i}{A_p \cdot 56}$$
 -Conclusión: En ambas direcciones X e Y no se cumplen la densidad mínima de muros en todos los pisos.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:
 • Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que: $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$

-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 • La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:
 $V_m = 0.5 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_s$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_m = 0.35 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_s$ Para Unidades Silico-calcáreas Ladrillo de concreto
 Donde v_m (Tn/m²) = 8.6 kg/cm² = 86 Tn/m²
 • Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_s \leq 0.55 V_m$ - Fuerza Cortante Admisibles
 donde "V_s" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "V_m" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.
 -Conclusión: En el 2do piso no se cumple la resistencia al corte en el eje X.

3.5. Calificación:

| | |
|---|---|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL **ASESOR:** Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo M2 B Lt3
 RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

| 5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES: | |
|-----------------------------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| (D) | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

| 8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS: | |
|---|---------------------------------|
| -L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: | 5.52 m |
| -S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): | 0.13 m |
| -L/S= | 42.46 |
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| (D) | Edificio con $L/S \geq 25$ |

| 6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA: | |
|-----------------------------|--|
| | |
| A | Edificación con $\beta1 \geq 0.8$ o $\beta2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| (C) | Edificación con $0.6 > \beta1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta1$ o $0.3 < \beta2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

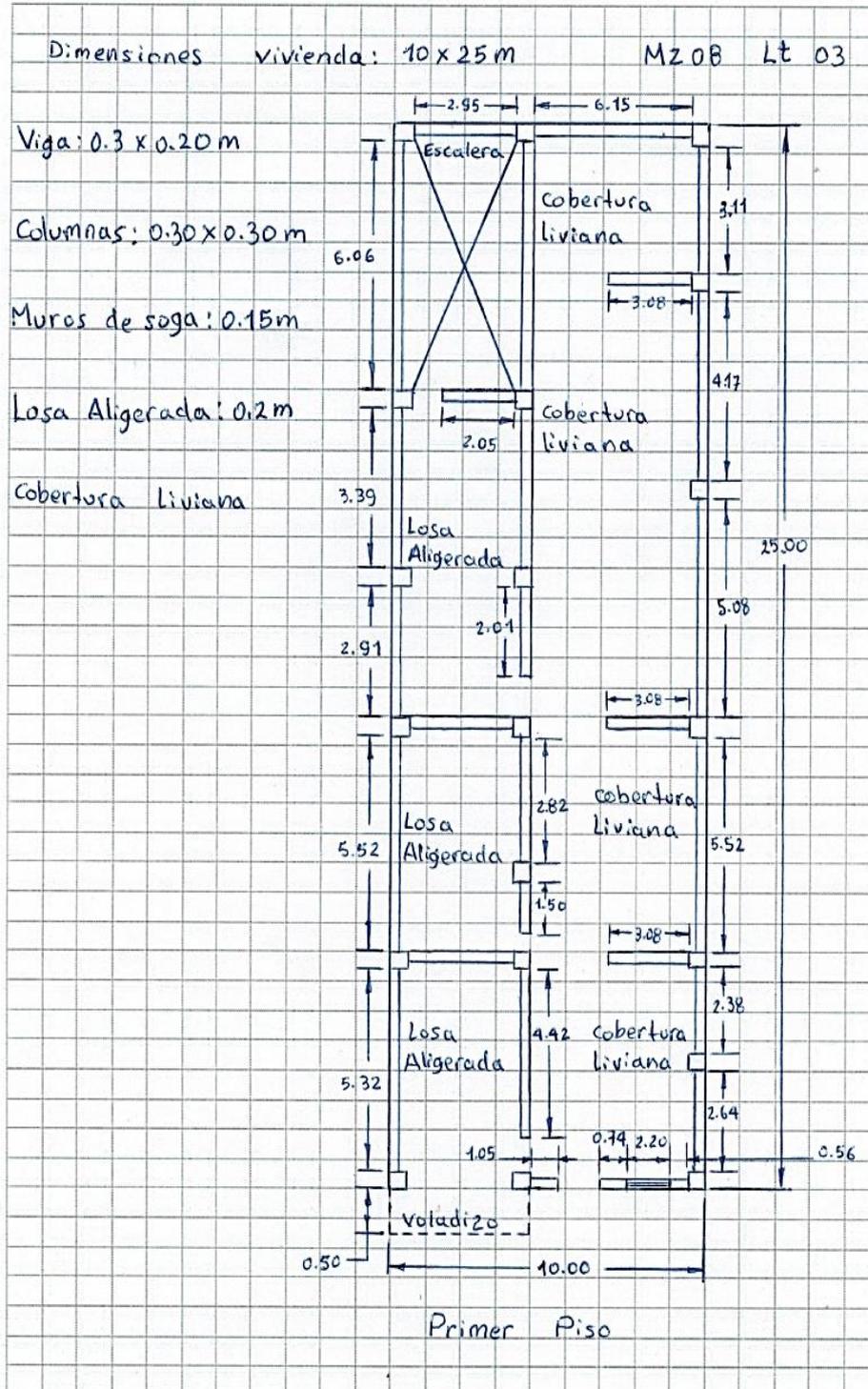
| 9. TIPO DE CUBIERTA: | |
|----------------------|--|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijaerías y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostamiento en las vigas. |
| (B) | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

| 7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN: | |
|--------------------------------|---|
| | |
| (A) | $RL > 0.66$; $+\Delta/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq +\Delta/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq +\Delta/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $+\Delta/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

| 10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES: | |
|---------------------------------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| (B) | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| (C) | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que puedan caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

| 11. ESTADO DE CONSERVACIÓN: | |
|-----------------------------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| (C) | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



TESIS:

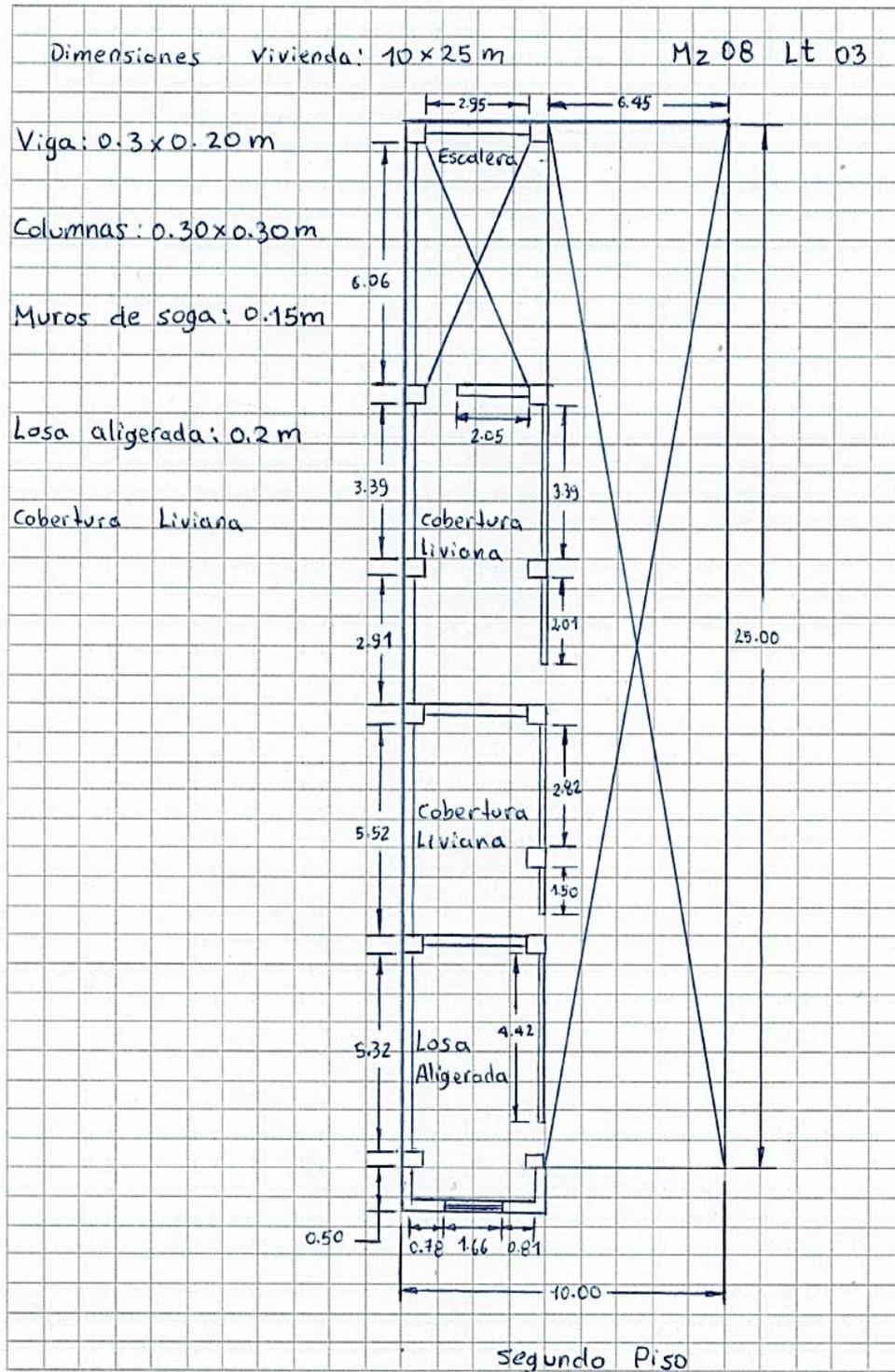
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 50.00, la vivienda ubicada en la Mz. 8 Lt. 3 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica ALTA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 8 Lt. 3.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 50.00$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 8 Lt. 3.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel de Riesgo Sísmico para la vivienda ubicada en la Mz. 8 Lt. 3.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 73.16 | Severo |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 78.61 | Severo |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 132.40 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 38%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 34 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Regular (“C” en el parámetro 11 del método Benedetti- Pettrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 719.39 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 8 Lt. 3.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 132.40 \times 719.39 (1 - 38/100)$$

$$VE = S/ 59,053.29 \text{ (CINCUENTA Y NUEVE MIL CINCUENTA Y TRES SOLES CON VEINTINUEVE CENTÉSIMOS)}$$

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 8 Lt. 3 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 8 Lt. 3 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|--------------------------------|--------------------------------|--|--|---|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 73.16 | S/ 59,053.29 | S/ 43,203.50 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 78.61 | S/ 59,053.29 | S/ 46,423.56 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 59,053.29 | S/ 59,053.29 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 59,053.29 | S/ 59,053.29 |

9. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 9 LT 8, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 9 Lt. 8, P.J. San Juan.



- a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 9 Lt. 8.

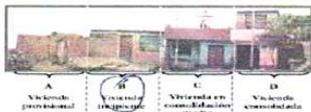
| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi | |
|--|--------------------------------------|----------------------------|----|----|----|---------|----------------|-------|
| | | A | B | C | D | | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 1.25 | |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 37.50 | |
| 4 | Posición del edificio y | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 18.75 | |
| | Cimentación. | | | | | | | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 2.50 | |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 | |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 | |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | | 86.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | | 22.55 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo | |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Pedro Santamaria Ventura
 DNI: 2781406
 MZ: 4 LTE: 8
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2018 (5 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: Si
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: No
 SOTANOS: No
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar Tipo C-10
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 AREA DE TERRENO (m²): 10x30m (300m²)
 hn: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 2.60m
 AP: AREA DE PLANTA TÍPICA (m²): 10x15.3m (153m²)
 NUMERO DE PISOS (N): 1
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.40m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 24 - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: B



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|---|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mamostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "entendada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

| | |
|--|--|
| 1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE: | |
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E -070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

$t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3

-h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.60m, t(m) >= 0.13m

-t: Espesor efectivo de muro actual (m): 0.13m

-Conclusión: La mayoría de muros cumple el espesor mínimo

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: " σ_m "

$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2 f' m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f' m$

Donde f_m (Tn/m²) = 35 Kg/km² = 350 Tn/m² *Ladrillo King Kong Artesanal*

-Conclusión: Menos del 50% del total de muros en ambas direcciones cumplen esfuerzo axial máximo

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$\frac{\sum L_i \cdot Z_{U.S.N}}{A_p} \geq 56$

-Conclusión: No se cumple la densidad mínima de muros en el eje X.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

- Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que: $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$
- Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 - La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:
 - Para Unidades de arcilla y de concreto: $V_m = 0,5 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_i$
 - Para Unidades Silico-calcáreas: $V_m = 0,35 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_i$
 - Donde V_m (Tn/m²) = 5.1 Kg/km² = 51 Tn/m² *Ladrillo King Kong Artesanal*
 - Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte: $V_s \leq 0,55 V_m$ = Fuerza Cortante Admisible
 - donde " V_s " es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y " V_m " es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

-Conclusión: No se cumple la resistencia al corte en la dirección X.

3.5. Calificación:

| | |
|---|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

| | | |
|--|--|------------------|
| | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo | <i>Mz 9 Lt 8</i> |

| 5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES: | |
|-----------------------------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y flexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

| 8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS: | |
|---|----------------------------|
| -L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: | <u>4.70</u> m |
| -S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): | <u>0.13</u> m |
| -L/S= | <u>36.15</u> |
| A | Edificio con L/S < 15 |
| B | Edificio con 15 ≤ L/S < 18 |
| C | Edificio con 18 ≤ L/S < 25 |
| D | Edificio con L/S ≥ 25 |

| 6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA: | |
|--|--|
| $a = 12.00m$ $L = 15.90m$ $\beta_1 = a/L = 0.65$ $\beta_2 = b/L$ <i>No presenta</i> | |
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

| 9. TIPO DE CUBIERTA: | |
|----------------------|---|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijeras y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

| 7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN: | |
|---|--|
| $RL = \frac{H-T}{H} =$ <i>No presenta</i> $\pm \frac{\Delta A}{A} =$ <i>0%</i> $T =$ <i>No presenta</i> $H =$ <i>No presenta</i> | |
| A | $RL > 0.66$; $\pm \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq \pm \Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq \pm \Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $\pm \Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

| 10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES: | |
|---------------------------------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que puedan caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

| 11. ESTADO DE CONSERVACIÓN: | |
|-----------------------------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

TESIS:

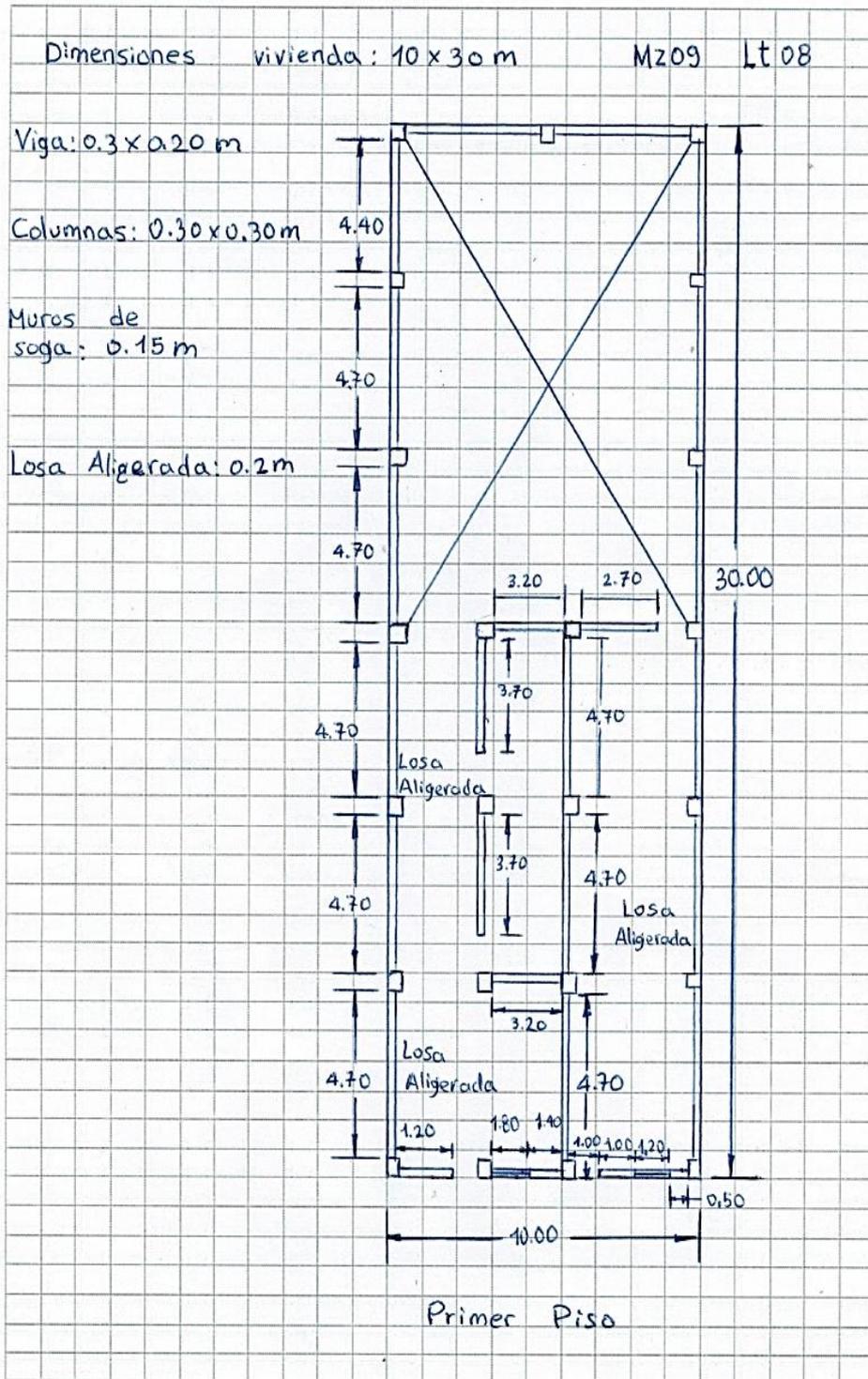
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 22.55, la vivienda ubicada en la Mz. 9 Lt. 8 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 9 Lt. 8.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 22.55$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 9 Lt. 8.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel de Riesgo Sísmico para la vivienda ubicada en la Mz. 9 Lt. 8.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 17.49 | Considerable |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 25.53 | Considerable |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 80.23 | Severo |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 153.00 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 8%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 5 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Bueno (“B” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 719.39 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 9 Lt. 8.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 153.00 \times 719.39 (1 - 8/100)$$

VE = S/ 101,261.34 (CIENTO UN MIL DOSCIENTOS SESENTA Y UN SOLES CON TREINTA Y CUATRO CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 9 Lt. 8 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 9 Lt. 8 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 17.49 | S/ 101,261.34 | S/ 17,706.94 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 25.53 | S/ 101,261.34 | S/ 25,855.02 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 80.23 | S/ 101,261.34 | S/ 81,246.42 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 101,261.34 | S/ 101,261.34 |

10. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 10 LT 6A, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 10 Lt. 6A, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 10 Lt. 6A.

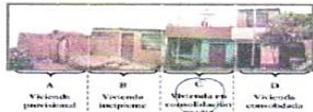
| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi |
|--|--------------------------------------|----------------------------|----|----|----|---------|----------------|
| | | A | B | C | D | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 1.25 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 7.50 |
| 4 | Posición del edificio y | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 33.75 |
| | Cimentación. | | | | | | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 12.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 15.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | 116.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | 30.39 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | | |
|--|--|---------------------------------|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022" | | | |
| AUTORES: | | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |
| RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | | | |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Anastasio Lopez Piundo
 DNI: 32293702
 MZ: 10 LITE: 6A
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1995 (28 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: Si
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: No
 SOTANOS: No
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar Tipo C-1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería con forjado
 AREA DE TERRENO (m2): 6.15 x 3.0m (18.45 m2)
 ht: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 3.60m
 AP: AREA DE PLANTA TÍPICA (m2): 6.15 x 15.3m (94.1m2)
 NUMERO DE PISOS (N): 2
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.60m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 24 - 0.453
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3-1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL:



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|---|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No exista la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado. |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

| | |
|--|--|
| 1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE: | |
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

Para las Zonas Sísmicas 2 y 3 $t \geq \frac{h}{20}$
 h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.60m, $t(m) \geq$ 0.13
 t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13
 Conclusión: La mayoría de muros cumplen el espesor mínimo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: " σ_m "

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2 f'_{cm} \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f'_{cm}$$
 Donde f'_{cm} (Tn/m2) = 74 Kg/cm2 = 740 Tn/m2
 Conclusión: Menos del 75% del total de muros en la dirección X no cumplen el esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

Armadura Cortados Muros de forzados = $\sum \frac{L_i}{A_p} = \frac{Z U S N}{56}$
 Armadura Planta Típica
 Conclusión: No se cumple la densidad mínima de muros en el eje X, en ambos pisos.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$
 -Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 • La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:

$$V_m = 0,5 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_g$$
 Para Unidades de arcilla y de concreto

$$V_m = 0,35 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_g$$
 Para Unidades Silico-calcáreas
 Donde v_m (Tn/m2) = 8.6 Kg/cm2 = 86 Tn/m2
 • Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

$$V_i \leq 0,55 V_c = \text{Fuerza Cortante Admisible}$$
 donde: " V_c " es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en el análisis y " V_m " es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.
 Conclusión: En ambos pisos no se cumple la resistencia al corte en el eje X.

3.5. Calificación:

| | |
|---|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGÍA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

Mz 10 Lt 6A

RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 4.75 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.14 m

-L/S= 33.9

| | |
|----------|----------------------------|
| A | Edificio con L/S < 15 |
| B | Edificio con 15 ≤ L/S < 18 |
| C | Edificio con 18 ≤ L/S < 25 |
| D | Edificio con L/S ≥ 25 |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:

a = 6.15 M
L = 15.30 M
β1 = a/L = 0.4
β2 = b/L. No presenta

| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta1 \geq 0.8$ o $\beta2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta1$ o $0.3 < \beta2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

9. TIPO DE CUBIERTA:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostamiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:

T = No presenta
H = No presenta
RL = (H-T)/H = No presenta
± ΔI/A = 0%

| | |
|----------|---|
| A | $RL > 0.66$; $+\Delta I/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq +\Delta I/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq +\Delta I/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $+\Delta I/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |



METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS:

"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

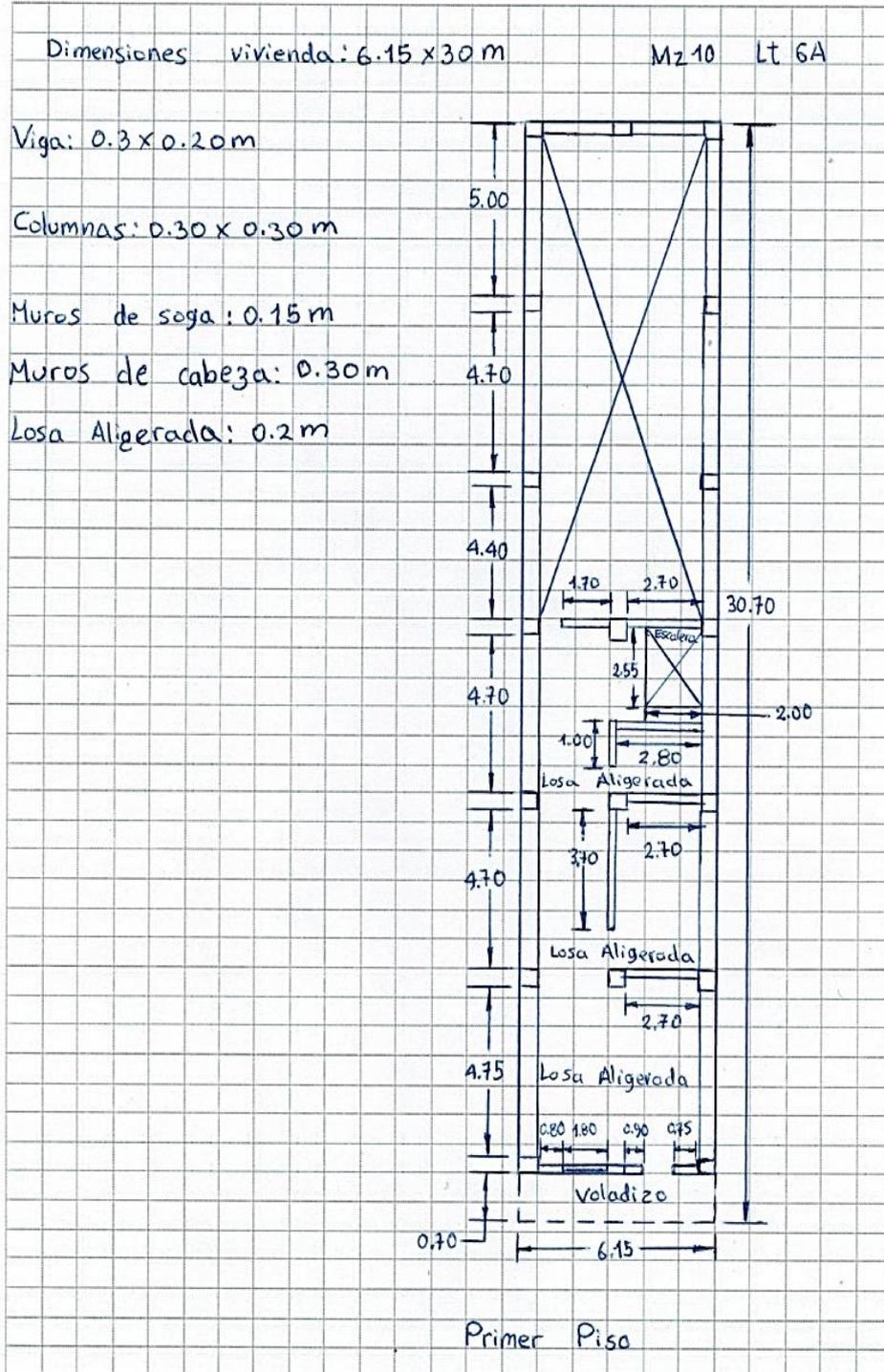


AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN





METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS:

"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"



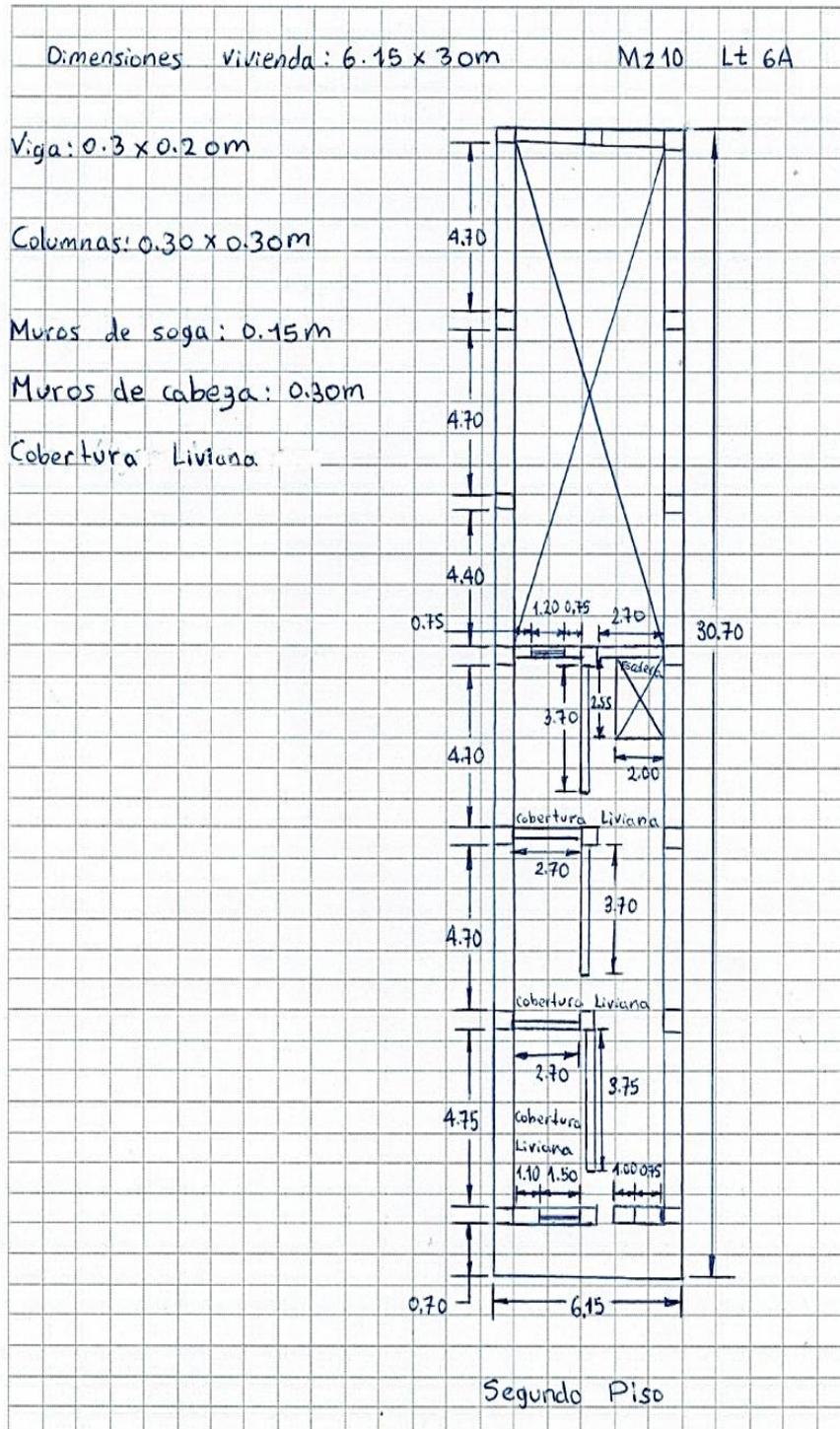
AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR:

Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 30.39, la vivienda ubicada en la Mz. 10 Lt. 6A tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 10 Lt. 6A.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 30.39$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 10 Lt. 6A.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel de Riesgo Sísmico para la vivienda ubicada en la Mz. 10 Lt. 6A.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 27.22 | Considerable |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 35.53 | Fuerte |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 188.20 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 35%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 28 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Regular (“C” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 719.39 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 10 Lt. 6A.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 188.20 \times 719.39 (1 - 35/100)$$

$$VE = S/ 88,002.98 \text{ (OCHENTA Y OCHO MIL DOS SOLES CON NOVENTA Y OCHO CENTÉSIMOS)}$$

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 10 Lt. 6A para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 10 Lt. 6A para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 27.22 | S/ 88,002.98 | S/ 23,955.33 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 35.53 | S/ 88,002.98 | S/ 31,267.29 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 88,002.98 | S/ 88,002.98 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 88,002.98 | S/ 88,002.98 |

11. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 11 LT 18, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 11 Lt. 18, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 11 Lt. 18.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi | |
|--|---|-------------------------|----|----|----|------------|-------------------|-------|
| | | A | B | C | D | | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 | |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 7.50 | |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 33.75 | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 12.50 | |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 | |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 | |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki*Wi$ | | | | | | 75.00 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100* (Iv/382.5)$ | | | | | | 19.61 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | | |
|--|--|---|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | | |
| AUTORES: | | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Wilma Contreras Zagarra
 DNI: 32751833
 MZ: 11 LTE: 1B
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2015 (8 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: Si
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: No
 SOTANOS: No
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar Tipo C-10
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 ÁREA DE TERRENO (m²): 5.0 x 10m (50m²)
 ht: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 6.20m
 AP: ÁREA DE PLANTA TÍPICA (m²): 5.0 x 10m (50m²)
 NÚMERO DE PISOS (N): 2
 ht: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.90m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 24 - 0.45
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): 33-1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: 10



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|----------|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: -> Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. -> Correcto trabazón o amarrado entre ladrillos. -> Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". -> Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. -> Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. -> Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado. |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

| | |
|--|--|
| 1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE: | |
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t": Para las Zonas Sísmicas 2 y 3

ht: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.90, t(m) >= 0.13

t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.145

-Conclusión: Por lo menos del 75% del total de muros cumplen el espesor mínimo efectivo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro:

$\sigma_{m} = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.27 \cdot f_m \left[1 - \left(\frac{L}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.157 \cdot f_m$

Donde $f_m (Tn/m^2) = \frac{35 \text{ Kg/cm}^2}{1.3} = 350 \text{ Tn/m}^2$

-Conclusión: Menos del 75% del total de muros en ambos ejes cumplen esfuerzo axial máximo

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$\text{Área de Corte de los Muros Resistidos} = \sum L_i = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{40}$
 Área de la Planta Típica = 50

-Conclusión: No se cumple la densidad mínima de muros en el eje x, en ambos pisos.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que: $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$

-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:
 Para Unidades de arcilla y de concreto:
 $V_m = 0.5 \cdot v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 \cdot P_m$
 Para Unidades Silico-calcareas Ladrillo King Kong Artesanal:
 $V_m = 0.35 \cdot v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 \cdot P_m$
- Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_i \leq 0.55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisible}$
 donde: v_m es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y V_m es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

-Conclusión: No se cumple en ambos pisos la resistencia al corte en el eje x.

3.5. Calificación:

| | |
|----------|---|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

UNB INGENIERIA CIVIL

UNB UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

UNB INGENIERIA CIVIL

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASesor: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo *Mz 11 Lt 18*
 RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: *4.70 m*

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): *0.15 m*

-L/S= *31.33*

| | |
|----------|---------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:

a = 5.00m
l = 10.80m
 $\beta_1 = a/L = 0.46$
 $\beta_2 = b/L$ No presenta

| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

9. TIPO DE CUBIERTA:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijaerías y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de antriostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:

T = No presenta
H = No presenta
 $RL = \frac{H-T}{H} = \text{No presenta}$
 $\pm \frac{M}{A} = 0\%$

| | |
|----------|--|
| A | $RL > 0.66$; $\pm \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq \pm \Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq \pm \Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $\pm \Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que puedan caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

TESIS:

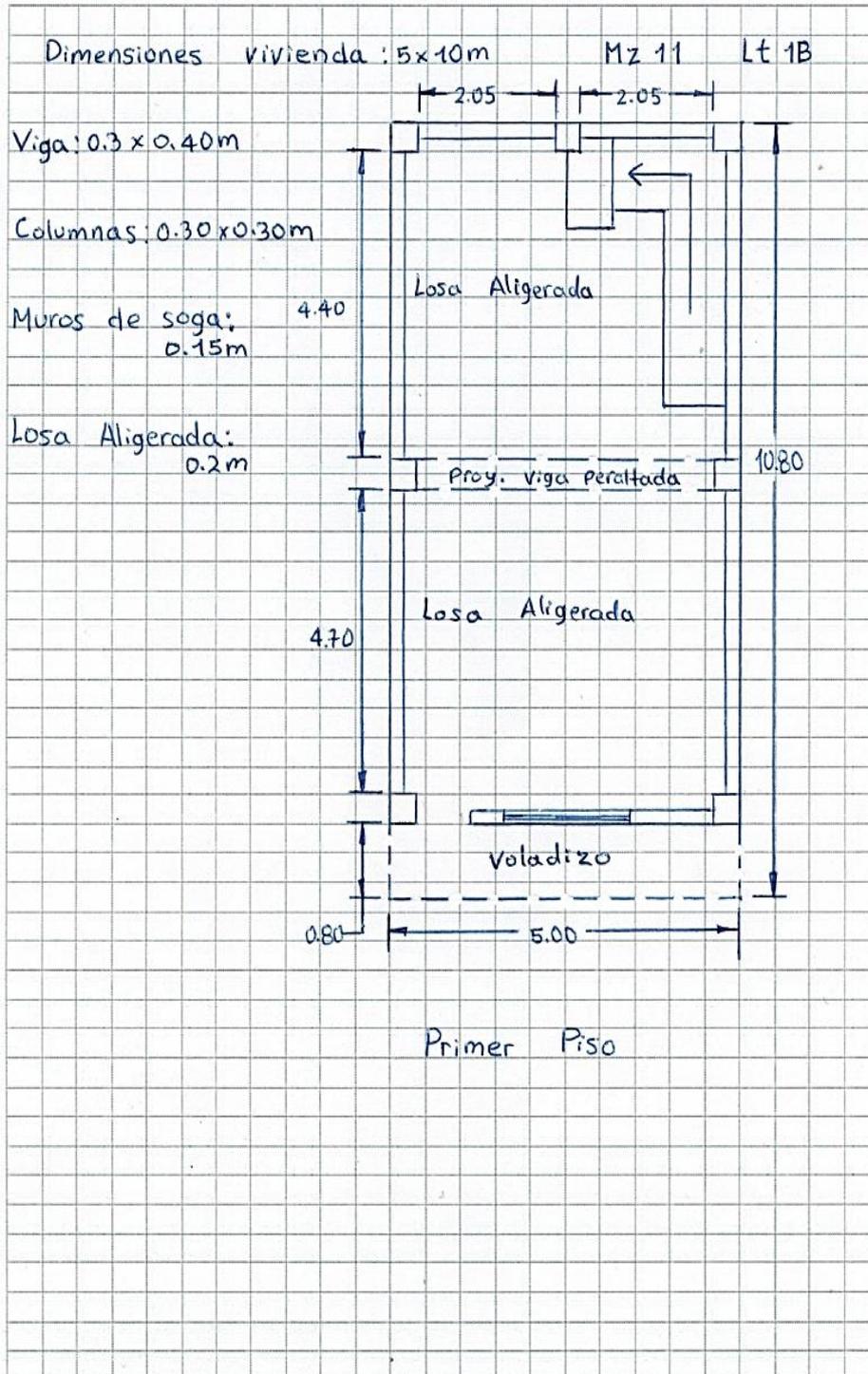
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

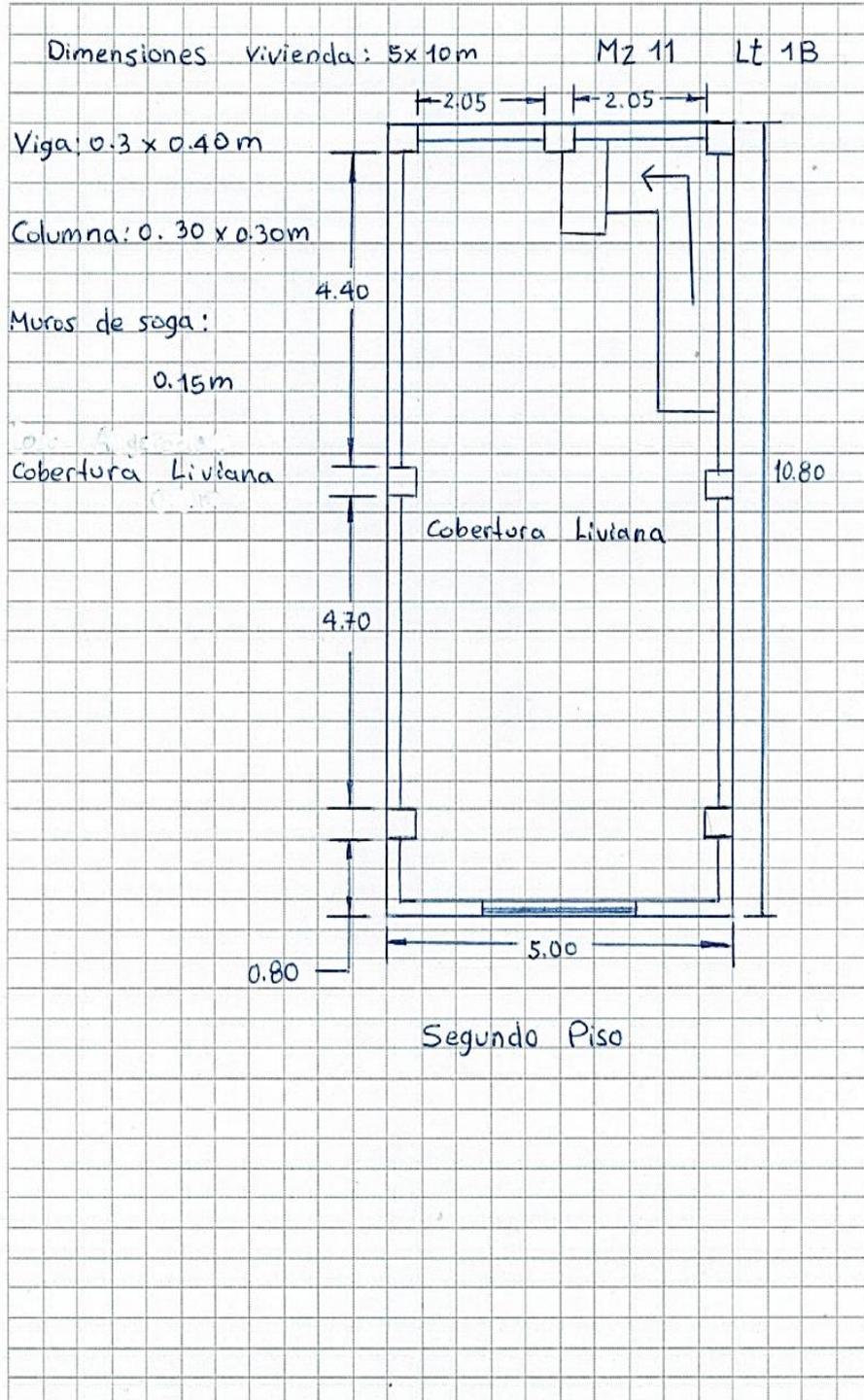
RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 19.61, la vivienda ubicada en la Mz. 11 Lt. 18 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica BAJA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 11 Lt. 18.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 19.61$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 11 Lt. 18.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel de Riesgo Sísmico para la vivienda ubicada en la Mz. 11 Lt. 18.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 14.71 | Moderado |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 22.53 | Considerable |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 72.83 | Severo |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 93.51 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 494.00 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 23%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 30 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Bueno (“B” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 746.45 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 11 Lt. 18.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 494.00 \times 746.45 (1 - 23/100)$$

VE = S/ 283,934.65 (DOSCIENTOS OCHENTA Y TRES MIL NOVECIENTOS TREINTA Y CUATRO SOLES CON SESENTA Y CINCO CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 11 Lt. 18 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 11 Lt. 18 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 14.71 | S/ 283,934.65 | S/ 41,769.62 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 22.53 | S/ 283,934.65 | S/ 63,961.97 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 72.83 | S/ 283,934.65 | S/ 206,791.02 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 93.51 | S/ 283,934.65 | S/ 265,505.04 |

12. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 12 LT 11, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 12 Lt. 11, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 12 Lt. 11.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso | Parcial |
|--|--------------------------------------|----------------------------|----|----|----|------|---------|
| | | A | B | C | D | Wi | Ki* Wi |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 7.50 |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 18.75 |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 12.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 15.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | 75.00 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | 19.61 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | |
|--|--|
| METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |
| | TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Rosa Mendez Aguirre
 DNI: 82834835
 MZ: 12
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1983 (40 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: No
 SOTANOS: No
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar Tipo C-10
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 AREA DE TERRENO (m2): 6.0 x 10m (60m2)
 h: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 5.60 m
 AP: AREA DE PLANTA TIPICA (m2): 54.9 m2
 NUMERO DE PISOS (N): 2
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.60 m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 24 - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: C



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|---|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado. |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

$t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3

-h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.60 m
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13
 -Conclusión: La mayoría de muros cumplen el espesor mínimo efectivo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σm"

$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f'_{cm} \left[1 - \left(\frac{h}{35L} \right)^2 \right] \leq 0.15 f'_{cm}$

Donde f_m (Tn/m²) = 35 kg/cm² = 350 Tn/m² Ladrillo King Kong Artesanal
Menos del 75% del total de muros en ambos ejes cumplen el esfuerzo axial máxima

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$\rho = \frac{\sum A_m}{A_p} \geq \frac{\sum U \cdot S \cdot N}{56}$

-Conclusión: En ambos pisos no se cumple la densidad mínima de muros en el eje X.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$

-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_{mi}) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:
 $V_m = 0.5 v'_m \cdot a \cdot l \cdot L + 0.23 P_m$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_m = 0.35 v'_m \cdot a \cdot l \cdot L + 0.23 P_m$ Para Unidades Silico-calcáreas Ladrillo King Kong Artesanal

Donde v'_m (Tn/m²) = 61 kg/cm² = 51 Tn/m²

• Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la coherencia de fisuras por corte:
 $V_i \leq 0.55 V_{ci}$ Fuerza Cortante Admisibles
 donde: "V_i" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "V_{ci}" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería

-Conclusión: en ambos pisos no se cumple la resistencia al corte en el eje X.

3.5. Calificación:

| | |
|---|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo
 RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE M_z 12 Lt 11

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|---|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 4.20 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.14 m

-L/S= 33.57

| | |
|---|----------------------------|
| A | Edificio con L/S < 15 |
| B | Edificio con 15 ≤ L/S < 18 |
| C | Edificio con 18 ≤ L/S < 25 |
| D | Edificio con L/S ≥ 25 |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:

$a = 6.00\text{m}$
 $L = 10.40\text{m}$
 $\beta_1 = a/L = 0.58$
 $\beta_2 = b/L$ No presenta

| | |
|---|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

9. TIPO DE CUBIERTA:

| | |
|---|---|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:

$RL = \frac{H-T}{H} = \text{No presenta}$
 $T = \text{No presenta}$
 $H = \text{No presenta}$
 $\pm \frac{\Delta A}{A} = 0\%$

| | |
|---|---|
| A | $RL > 0.66$; $+\Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq +\Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq +\Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $+\Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|---|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |



METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS:

"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

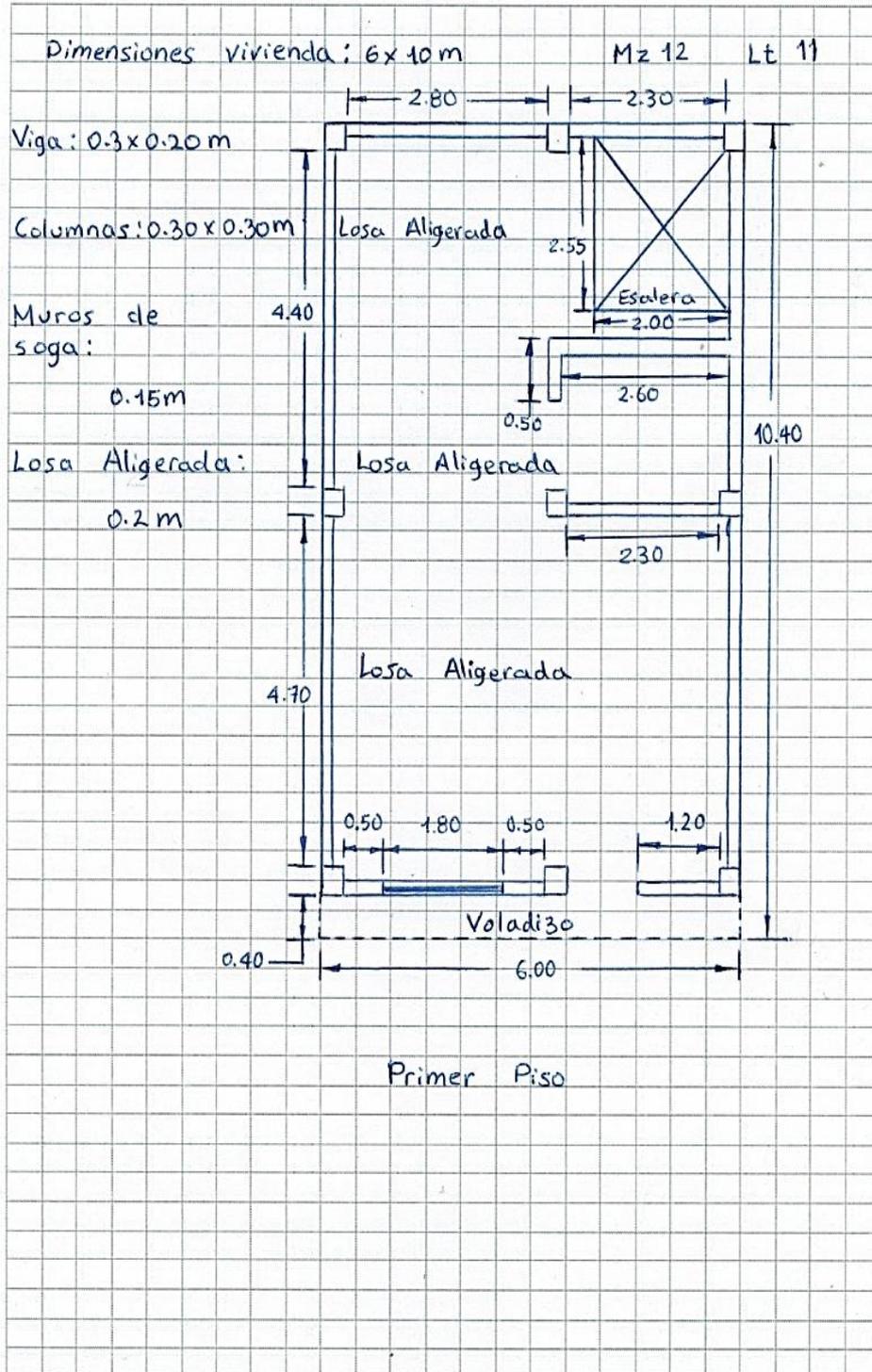


AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



TESIS:

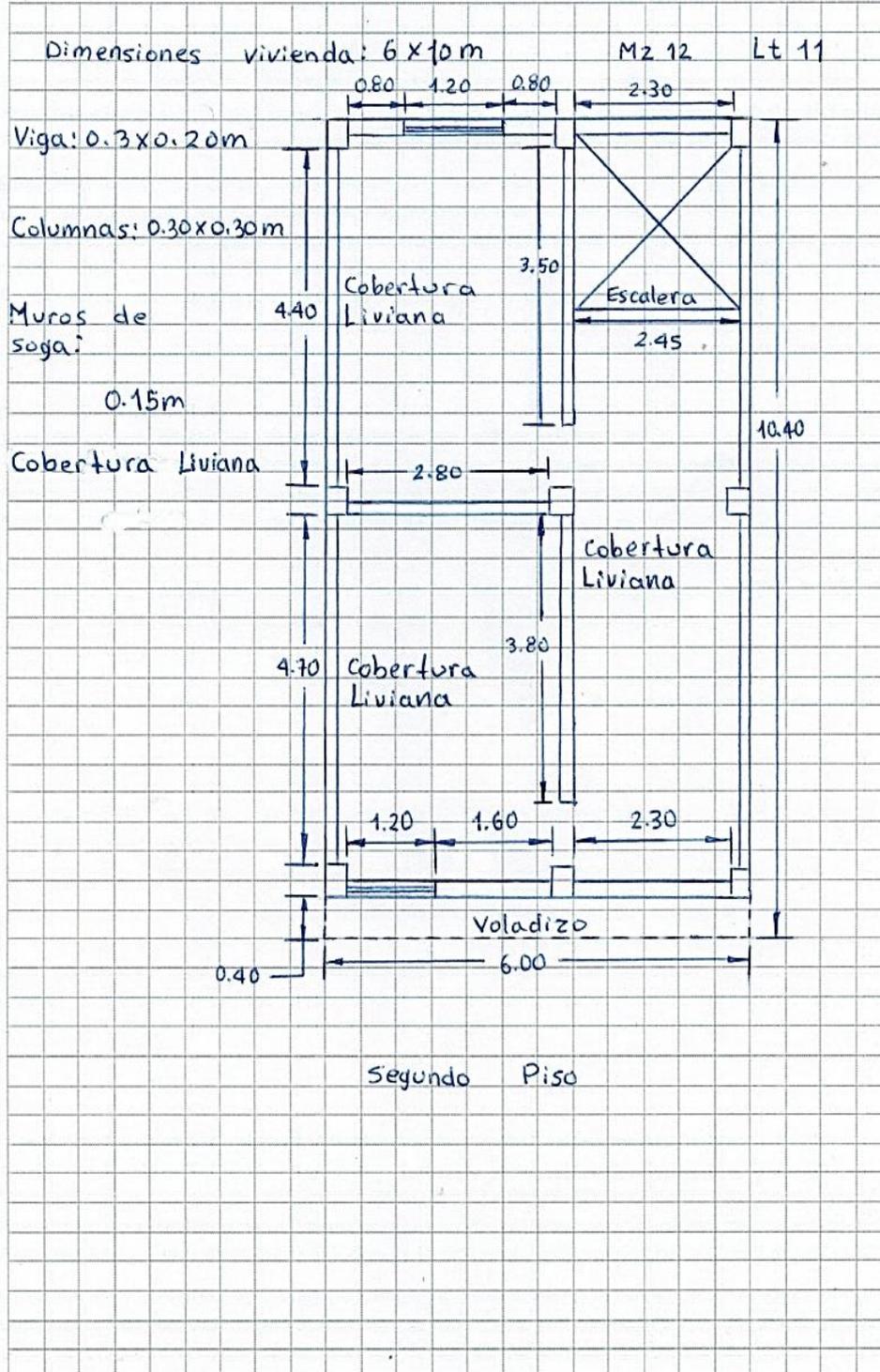
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 19.61, la vivienda ubicada en la Mz. 12 Lt. 11 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica BAJA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 12 Lt. 11.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 19.61$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 12 Lt. 11.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel de Riesgo Sísmico para la vivienda ubicada en la Mz. 12 Lt. 11.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 14.71 | Moderado |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 22.53 | Considerable |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 72.83 | Severo |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 93.51 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 109.80 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 29%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 40 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Bueno (“B” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrin).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 746.45 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 12 Lt. 11.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 109.80 \times 746.45 (1 - 29/100)$$

VE = S/ 58,191.75 (CINCUENTA Y OCHO MIL CIENTO NOVENTA Y UN SOLES CON SETENTA Y CINCO CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 12 Lt. 11 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 12 Lt. 11 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 14.71 | S/ 58,191.75 | S/ 8,560.59 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 22.53 | S/ 58,191.75 | S/ 13,108.86 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 72.83 | S/ 58,191.75 | S/ 42,381.34 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 93.51 | S/ 58,191.75 | S/ 54,414.64 |

13. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 13 LT 12A, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 13 Lt. 12A, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 13 Lt. 12A.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi |
|--|--------------------------------------|----------------------------|----|----|----|---------|----------------|
| | | A | B | C | D | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 37.50 |
| 4 | Posición del edificio y | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 18.75 |
| | Cimentación. | | | | | | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 15.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | 115.00 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | 30.07 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

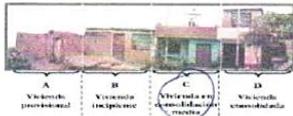
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo
 RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Maria Marquez Cadilla
 DNI: 82298943
 MZ: 13 LTE: 12A
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1997
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: No
 NOTANOS: No
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar Tipo C-10
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 AREA DE TERRENO (m2): 4.80 x 15.30m (72.99 m2)
 h: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 5.60m
 AP: AREA DE PLANTA TÍPICA (m2): 65.79 m2
 NUMERO DE PISOS (N): 2
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.80m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 0.15g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: C



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: -> Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. -> Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. -> Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". -> Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. -> Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. -> Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|---|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado. |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t": $t \geq \frac{h}{30}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3

-t: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.60, $t(m) =$ 0.13m

-t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13

-Conclusión: Mayoría de muros cumple el espesor mínimo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f' m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f' m$$

Donde f_m (Tn/m²) = 35 Kg/cm² = 350 Tn/m² Ladrillo King Kong Artesanal

-Conclusión: Menos del 50% del total de muros en ambos ejes cumplen el esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$$A_{muro} \geq \frac{\sum L_i \cdot Z_i \cdot U_i \cdot N}{A_p \cdot \rho}$$

-Conclusión: En ambos pisos no se cumple la densidad mínima de muros en el eje x.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

- Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que: $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$

-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_{mi}) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:

Para Unidades de arcilla y de concreto: $V_{mi} = 0.5 V_{mi} \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_i$

Para Unidades Silico-calcáreas: $V_{mi} = 0.35 V_{mi} \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_i$

Donde V_m (Tn/m²) = 5.1 Kg/cm² = 51 Tn/m² Ladrillo King Kong Artesanal

- Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

$$V_i \leq 0.55 V_{mi} = F_{vmax} \text{ Cortante Admisible}$$

donde: "V_i" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "F_{vmax}" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

-Conclusión: En ambos pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección eje x.

3.5. Calificación:

| | |
|---|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

UNSA

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

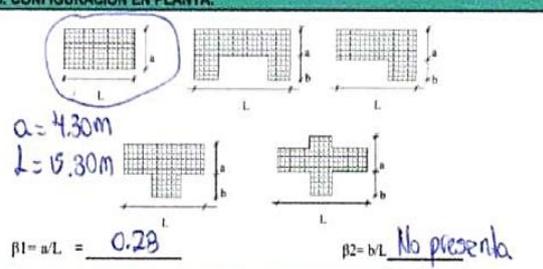
AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

M213 Lt12A

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

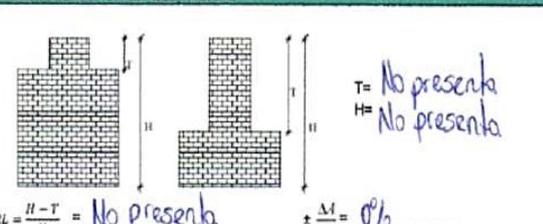
6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:



$a = 4.30m$
 $L = 15.30m$
 $\beta 1 = a/L = 0.28$
 $\beta 2 = b/L = \text{No presenta}$

| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta 1 \geq 0.8$ o $\beta 2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta 1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta 2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta 1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta 2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta 1$ o $0.3 < \beta 2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:



$T = \text{No presenta}$
 $H = \text{No presenta}$
 $RL = \frac{H-T}{H} = \text{No presenta}$
 $\pm \frac{\Delta A}{A} = 0\%$

| | |
|----------|---|
| A | $RL > 0.66$; $+\Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq +\Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq +\Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $+\Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 4.70 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.14 m

-L/S= 33.5

| | |
|----------|---------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

9. TIPO DE CUBIERTA:

| | |
|----------|---|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

TESIS:

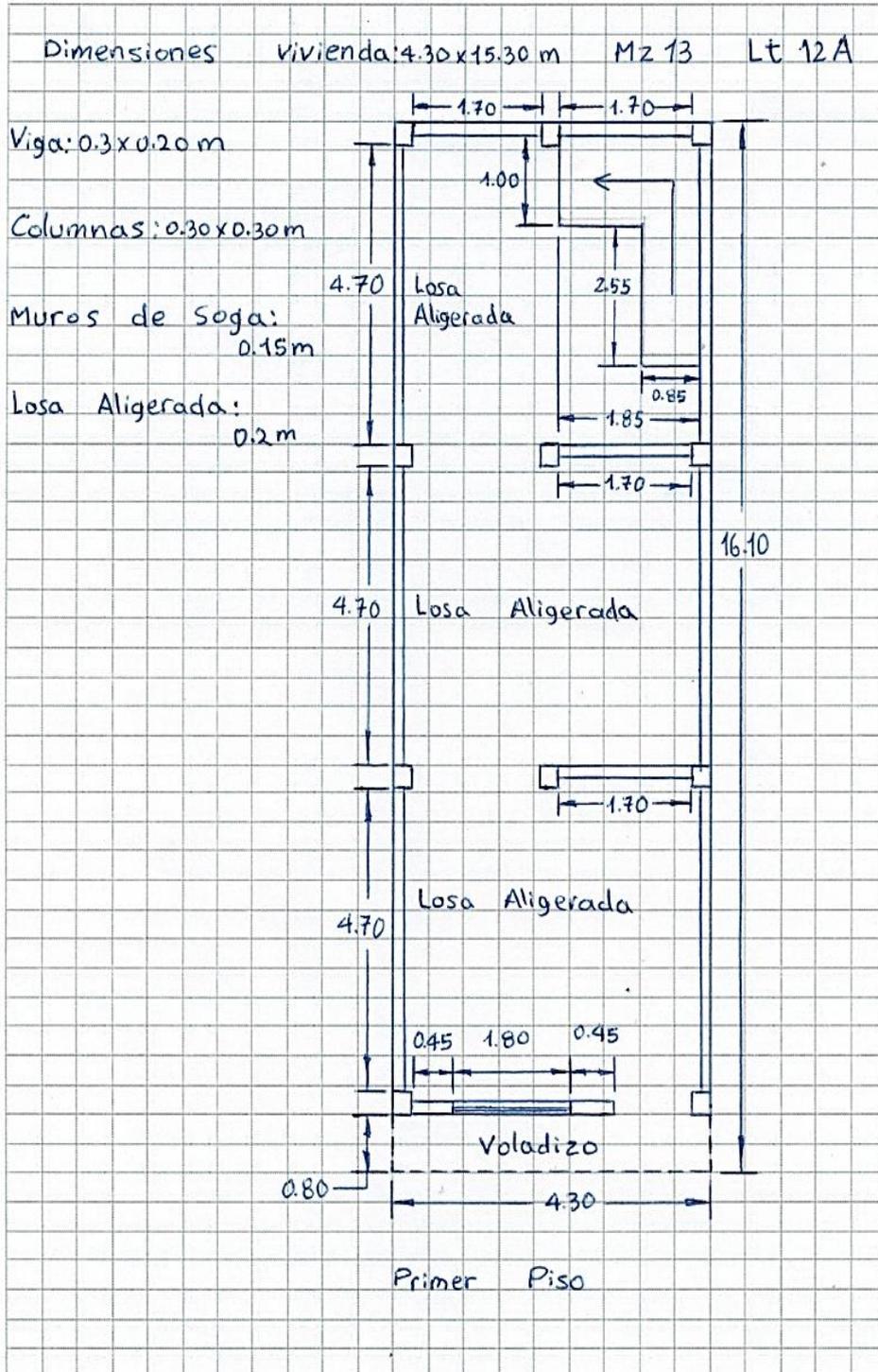
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN





METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS:

"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

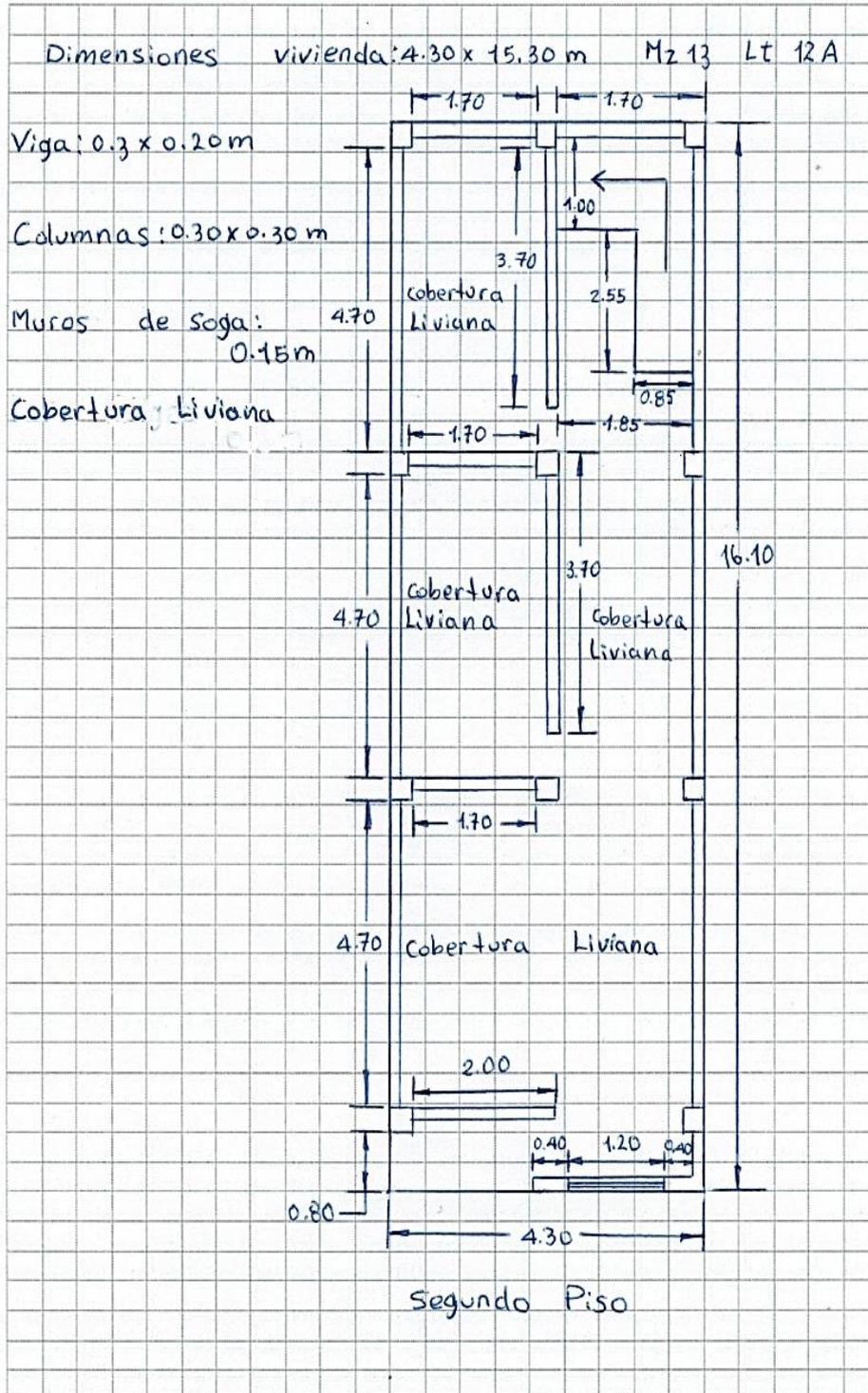


AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 30.07, la vivienda ubicada en la Mz. 13 Lt. 12A tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 13 Lt. 12A.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 30.07$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 13 Lt. 12A.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel de Riesgo Sísmico para la vivienda ubicada en la Mz. 13 Lt. 12A.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 26.74 | Considerable |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 35.05 | Fuerte |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 131.58 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 15%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 26 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Muy Bueno (“A” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 827.61 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 13 Lt. 12A.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 131.58 \times 827.61 (1 - 15/100)$$

VE = S/ 92,562.39 (NOVENTA Y DOS MIL QUINIENTOS SESENTA Y DOS SOLES CON TREINTA Y NUEVE CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 13 Lt. 12A para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 13 Lt. 12A para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 26.74 | S/ 92,562.39 | S/ 24,750.83 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 35.05 | S/ 92,562.39 | S/ 32,443.31 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 92,562.39 | S/ 92,562.39 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 92,562.39 | S/ 92,562.39 |

14. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 14 LT 12, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 14 Lt. 12, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 14 Lt. 12.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso | Parcial |
|--|--------------------------------------|----------------------------|----------|-----------|-----------|------|--------------|
| | | A | B | C | D | Wi | Ki* Wi |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 37.50 |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 18.75 |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | 95.00 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | 24.84 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|---|
|  | METODOLOGÍA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Hermelinda Chavez Bollogar
 DNI: 32865612
 MZ: 10 LTE: 12
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1987 (36 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: Si
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: No
 SOTANOS: No
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Multifamiliar Tipo C-10
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 AREA DE TERRENO (m²): 5.0 x 16.1 m (80.5 m²)
 In: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 5.60 m
 AP: AREA DE PLANTA TIPICA (m²): (90.5 m²)
 NUMERO DE PISOS (N): 2
 In: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.60 m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 24 = 0.459
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: D



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|----------|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|----------|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t": $t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3
 -h:Altura promedio de Entrepiso (m): 2.60, t(m) >= 0.13 m
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13
 -Conclusión: la mayoría de muros cumplen al espesor mínimo

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"
 $\sigma_m = \frac{P_m}{A_m} \leq 0.27 f_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f_m$
 Donde f_m (Tr/m²) = 74 kg/cm² = 740 N/m²
 -Conclusión: Menos del 50% del total de muros en ambos ejes cumplen el esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:
 $\frac{\sum L_i \cdot Z \cdot U \cdot S \cdot N}{A_p} \geq \frac{2 \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$
 -Conclusión: En ambos pisos no se cumple la densidad mínima de muros en el eje x.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:
 • Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:
 $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$
 -Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 • La resistencia al corte (V_{mi}) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:
 Para Unidades de arcilla y de concreto:
 $V_m = 0.5 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_m$
 Para Unidades Silico-calceáreas Ladrillo de Concreto:
 $V_m = 0.35 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_m$
 Donde v_m (Tr/m²) = 86 kg/cm² = 86 N/m²
 • Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada corte se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_c \leq 0.55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisible}$
 donde: "V_c" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "V_m" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.
 -Conclusión: En ambos pisos no se cumple la resistencia al corte en el eje x.

3.5. Calificación:

| | |
|----------|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

UNSA

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eiseo

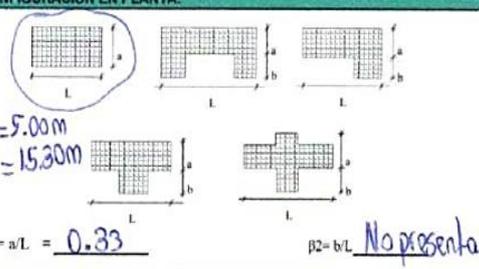
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

M₇ 14 Lt 12

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:

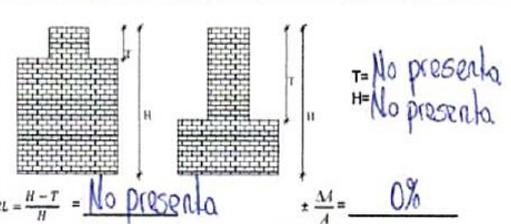


$a = 5.00m$
 $b = 15.30m$

$\beta1 = a/L = 0.33$ $\beta2 = b/L$ *No presenta*

| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta1 \geq 0.8$ o $\beta2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta1$ o $0.3 < \beta2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:



$T =$ *No presenta*
 $H =$ *No presenta*

$RL = \frac{H-T}{H} =$ *No presenta* $\pm \frac{\Delta A}{A} =$ *0%*

| | |
|----------|---|
| A | $RL > 0.66$; $+\Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq +\Delta A/A \leq 20\%$ o la estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq +\Delta A/A \leq 50\%$ o la estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $+\Delta A/A \geq 50\%$ o la estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 21.70 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.14 m

-L/S= 93.5

| | |
|----------|---------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

9. TIPO DE CUBIERTA:

| | |
|----------|---|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de armostamiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

TESIS:

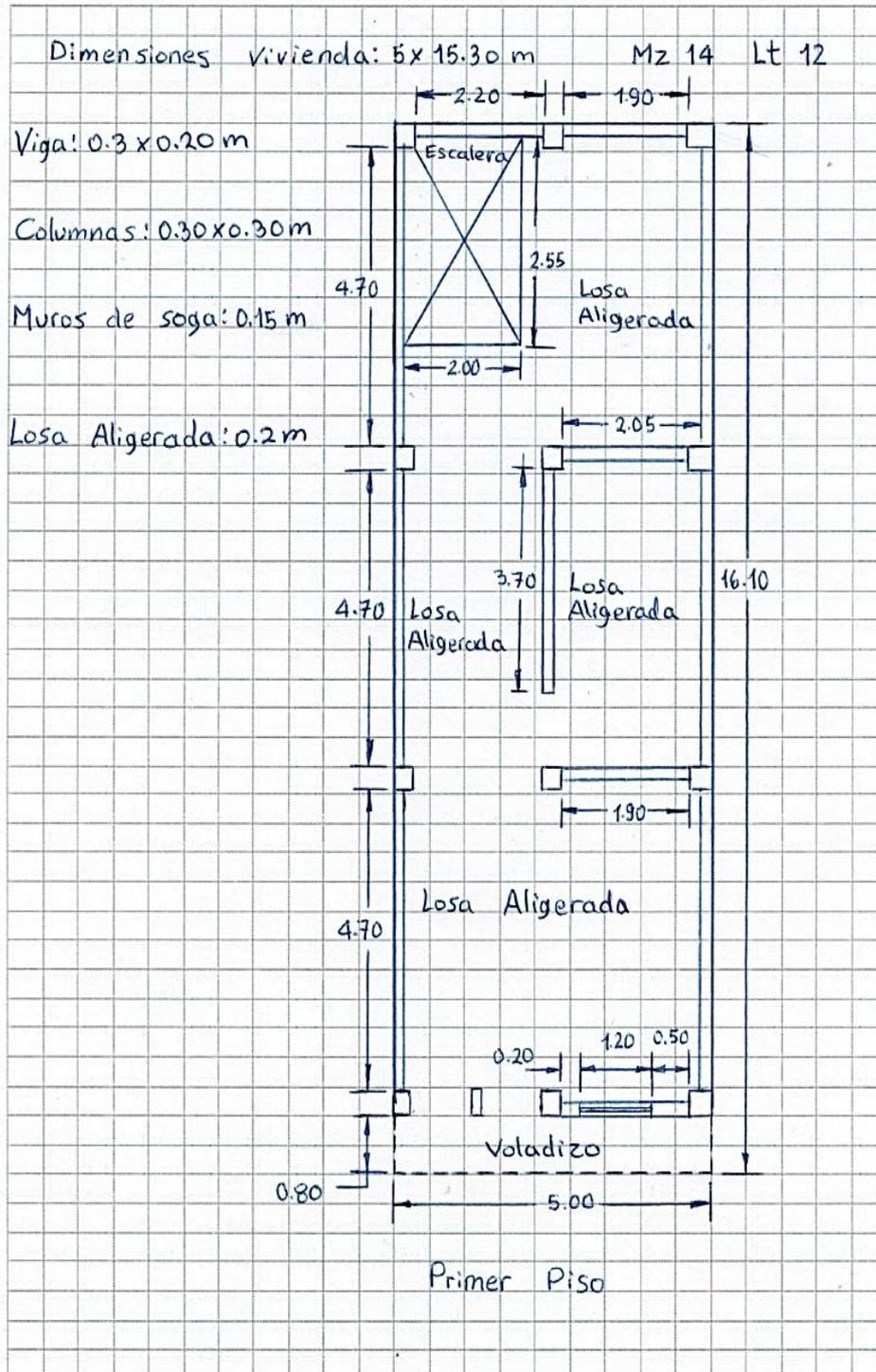
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN





METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS:

"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

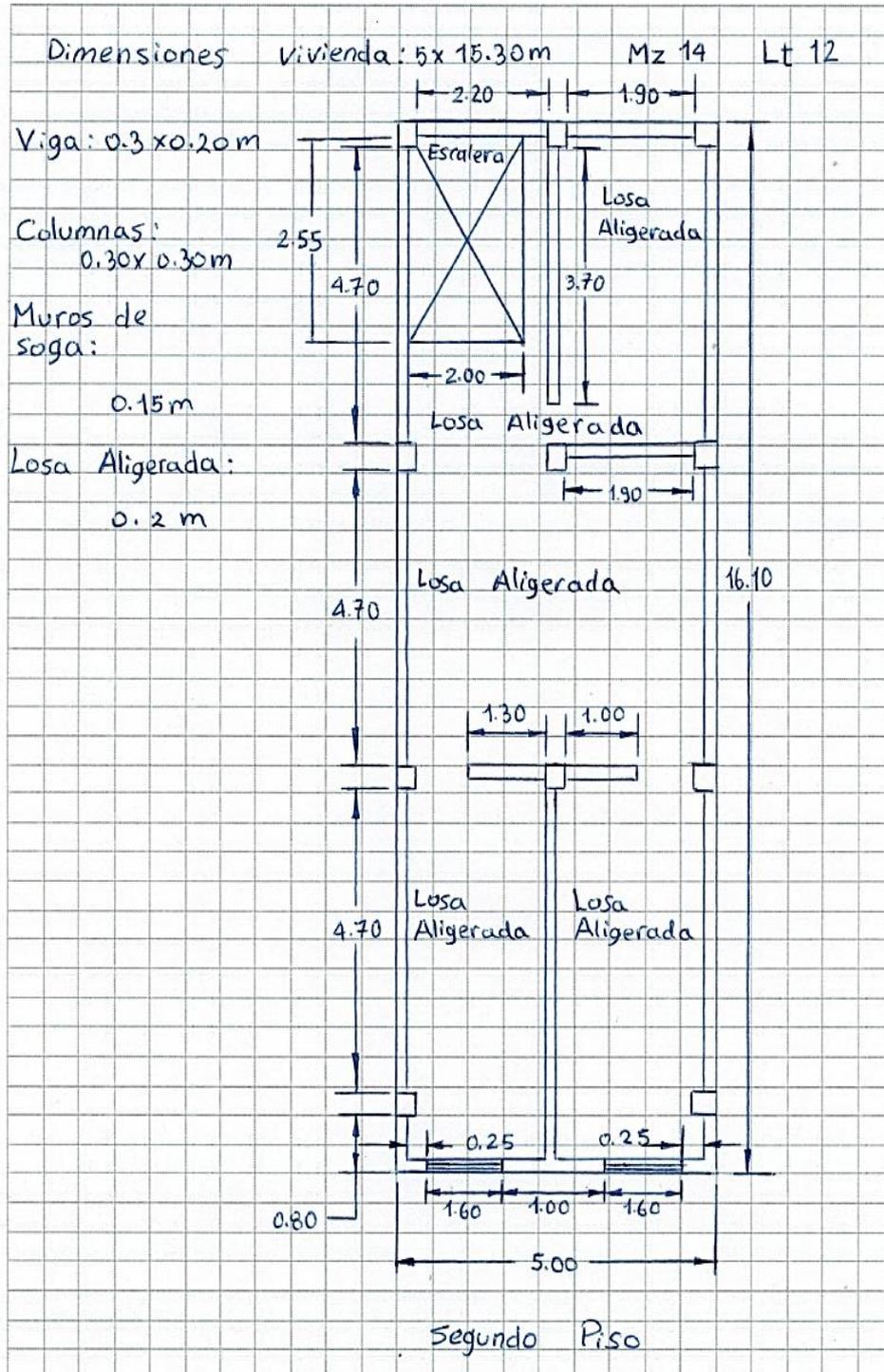


AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 24.84, la vivienda ubicada en la Mz. 14 Lt. 12 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 14 Lt. 12.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 24.84$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 14 Lt. 12.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel de Riesgo Sísmico para la vivienda ubicada en la Mz. 14 Lt. 12.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 19.96 | Considerable |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 28.14 | Considerable |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 86.75 | Severo |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 161.00 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 21%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 36 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Muy Bueno (“A” en el parámetro 11 del método Benedetti- Pettrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 827.61 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 14 Lt. 12.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 161.00 \times 827.61 (1 - 21/100)$$

VE = S/ 105,263.72 (CIENTO CINCO MIL DOSCIENTOS SESENTA Y TRES SOLES CON SETENTA Y DOS CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 14 Lt. 12 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 14 Lt. 12 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 19.96 | S/ 105,263.72 | S/ 21,006.38 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 28.14 | S/ 105,263.72 | S/ 29,619.97 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 86.75 | S/ 105,263.72 | S/ 91,316.22 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 105,263.72 | S/ 105,263.72 |

15. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 15 LT 11, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 15 Lt. 11, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 15 Lt. 11.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso | Parcial |
|--|--------------------------------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|------|--------------|
| | | A | B | C | D | Wi | Ki* Wi |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 45.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 67.50 |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 3.75 |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 45.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 2.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 15.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | 196.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | 51.31 |

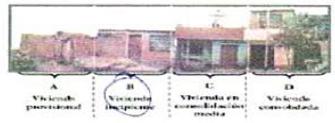
b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

METODOLOGÍA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Pedro Coco Loyola
 DNI: 32362121
 MZ: 15 L.T.E. 1980
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1980
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI (43 años)
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: No
 SOTANOS: No
 FACTOR DE USO (U): Vivienda multifamiliar tipo (B)
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 AREA DE TERRENO (m²): 10 x 30m (300m²)
 ht: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 2.60m
 AP: AREA DE PLANTA TÍPICA (m²): 10 x 15.25 (152.5m²)
 NUMERO DE PISOS (N): 1
 ht: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.40m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S2 - 1.05
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: B



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":
 $t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3
 -h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.60, t (m) >= 0.13m
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13
 -Conclusión: La mayoría de muros cumplen el espesor mínimo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"
 $\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f' m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f' m$ Ladrilla de Concreto
 , Donde f_m (Tr/m²) = 74 Kg/cm² = 740 Tn/m²
 -Conclusión: Menos del 25% del total de muros en ambos ejes cumplen el esfuerzo axial máximo

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:
 $\frac{\sum L_i \cdot Z \cdot U \cdot S \cdot N}{A_p \cdot S_6} \geq 1$
 -Conclusión: No se cumple la densidad mínima de muros en ambos ejes

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:
 • Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:
 $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$
 -Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 • La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:
 $V_m = 0.5 \cdot v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 \cdot P_i$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_m = 0.35 \cdot v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 \cdot P_i$ Para Unidades Silíceo-calcareas Ladrillo de Concreto
 , Donde v_m (Tr/m²) = 8.6 Kg/cm² = 86 Tn/m²
 • Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_i \leq 0.55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisible}$
 donde: "V_i" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "V_m" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.
 -Conclusión: No se cumple la resistencia al corte en ambos direcciones.

3.5. Calificación:

| | |
|---|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

| | | |
|--|---|---|
| <p>UNS UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p> | <p>METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS</p> <p>TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"</p> | <p>UNSA INGENIERÍA CIVIL</p> |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

M=15 Lt=11

| 5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES: | |
|-----------------------------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| (D) | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

| 8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS: | |
|---|----------------------------|
| -L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: | <u>2.73</u> m |
| -S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): | <u>0.13</u> m |
| -L/S= | <u>21.1</u> |
| A | Edificio con L/S < 15 |
| B | Edificio con 15 ≤ L/S < 18 |
| (C) | Edificio con 18 ≤ L/S < 25 |
| D | Edificio con L/S ≥ 25 |

| 6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA: | |
|--|--|
| <p><i>Q=10.00m</i> <i>L=15.25m</i></p> <p>$\beta_1 = a/L = \underline{0.66}$ $\beta_2 = b/L$ <i>No presenta</i></p> | |
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| (B) | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

| 9. TIPO DE CUBIERTA: | |
|----------------------|---|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de amostramiento en las vigas. |
| (B) | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

| 7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN: | |
|---|---|
| <p><i>T=No presenta</i> <i>H=No presenta</i></p> <p>$RL = \frac{H-T}{H} = \underline{\text{No presenta}}$ $\pm \frac{\Delta A}{A} = \underline{0\%}$</p> | |
| (A) | $RL > 0.66$; $+\Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq +\Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq +\Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $+\Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

| 10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES: | |
|---------------------------------|--|
| (A) | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

| 11. ESTADO DE CONSERVACIÓN: | |
|-----------------------------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| (B) | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

TESIS:

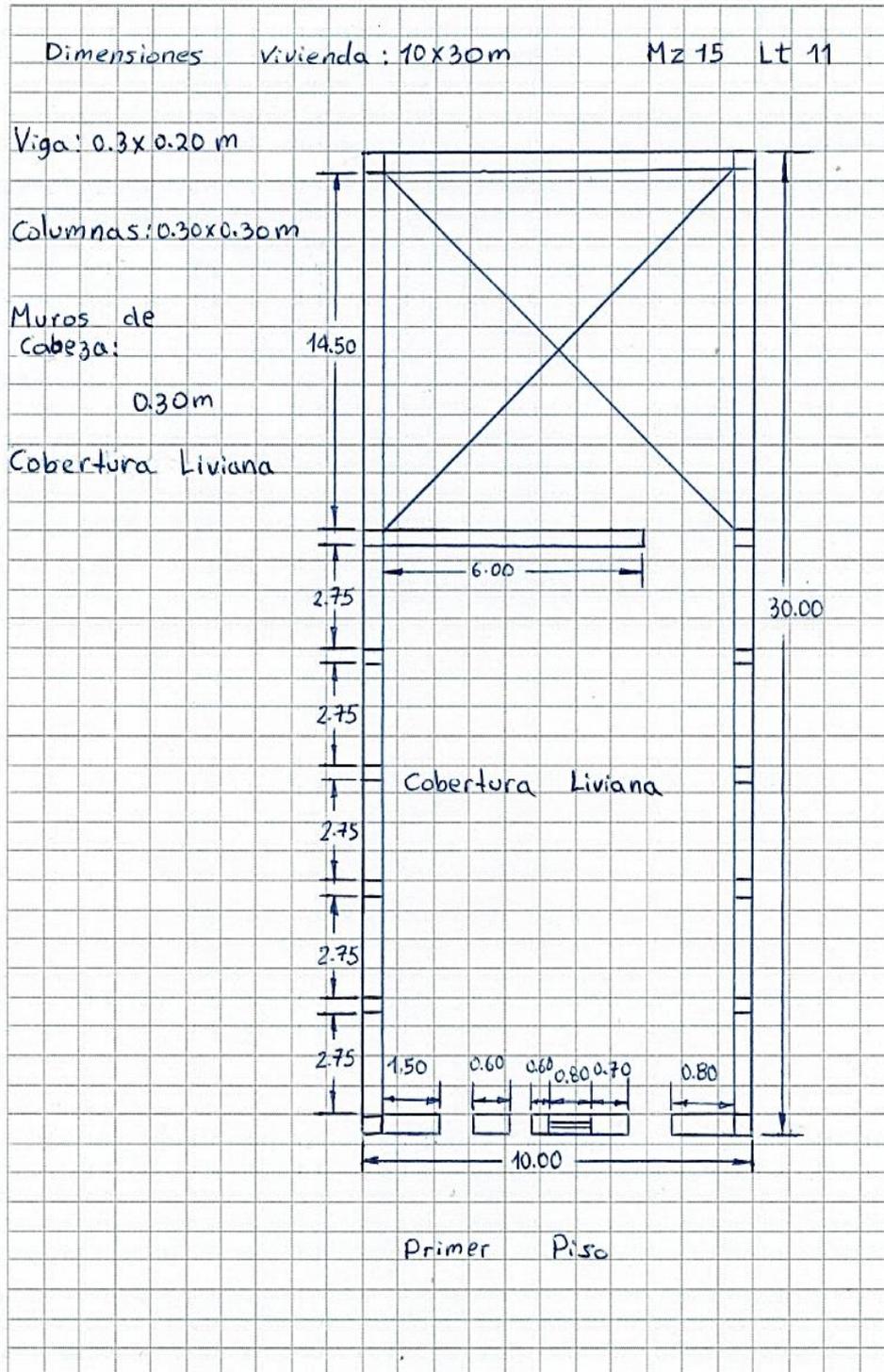
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 51.31, la vivienda ubicada en la Mz. 15 Lt. 11 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica ALTA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 15 Lt. 11.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S2 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S2.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.21 | $ID = 4 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0227 I_{vn}^2 - 0.0114 I_{vn} + 4.6832$ |
| Ocasional | 0.25 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0003 I_{vn}^3 + 0.0295 I_{vn}^2 + 0.0096 I_{vn} + 10.831$ |
| Raro | 0.47 | $ID = 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0669 I_{vn}^2 + 0.1254 I_{vn} + 44.646$ |
| Muy Raro | 0.56 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0012 I_{vn}^3 + 0.0822 I_{vn}^2 + 0.1728 I_{vn} + 58.479$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 51.31$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 15 Lt. 11.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel de Riesgo Sísmico para la vivienda ubicada en la Mz. 15 Lt. 11.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.21 | ID = 64.56 | Severo |
| Ocasional | 75 años | 0.25 | ID = 90.04 | Colapso |
| Raro | 475 años | 0.47 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.56 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 152.50 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 32%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 43 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Bueno (“B” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 719.39 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 15 Lt. 11.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 152.50 \times 719.39 (1 - 32/100)$$

VE = S/ 74,600.74 (SETENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS SOLES CON SETENTA Y CUATRO CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 15 Lt. 11 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 15 Lt. 11 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 64.56 | S/ 74,600.74 | S/ 48,162.70 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 90.04 | S/ 74,600.74 | S/ 67,170.12 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 74,600.74 | S/ 74,600.74 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 74,600.74 | S/ 74,600.74 |

16. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 16 LT 11, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 16 Lt. 11, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 16 Lt. 11.

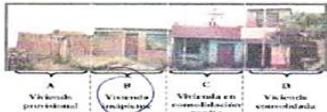
| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso | Parcial |
|--|--------------------------------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|------|--------------|
| | | A | B | C | D | Wi | Ki* Wi |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 20.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 1.25 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 67.50 |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 18.75 |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 15.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 2.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 15.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | 171.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | 44.77 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|---|
|  | METODOLOGÍA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Juán Fernández García
 DNI: 32.809.960
 MZ: 16 LITE: 11
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1991 (32 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: No
 SOTANOS: No
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar Tipo C-10
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 ÁREA DE TERRENO (m²): 0.9 x 10.0 (9.0 m²)
 h: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 2.90 m
 AP: ÁREA DE PLANTA TÍPICA (m²): 8.0 x 6.3 m (50.4 m²)
 NÚMERO DE PISOS (N): 1
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.80 m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: B



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|-----|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: -> Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. -> Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. -> Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". -> Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. -> Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. -> Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| (B) | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|-----|---|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| (C) | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado. |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|-----|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| (C) | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

Para las Zonas Sísmicas 2 y 3 $t \geq \frac{h}{20}$

-h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.60 m, t (m) = 0.13 m
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13
 -Conclusión: La mayoría de muros cumplen el espesor mínimo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"

$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f_m \left[1 - \left(\frac{h_m}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f_m$ Ladrillo King
 Donde f_m (Tn/m²) = 35 kg/cm² = 350 Tn/m² Kong Artesanal
 -Conclusión: Menos del 25% del total de muros en arcos, ejes cumplen el esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$\frac{A_{muro}}{A_{planta}} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$

-Conclusión: En ambas direcciones X e Y no se cumple la densidad mínima de muros.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "Y" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$

-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:
 $V_m = 0.5 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_e$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_m = 0.35 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_e$ Para Unidades Silico-calcáreas Ladrillo de Concreto
- Donde v_m (Tn/m²) = 5.1 kg/cm² = 51 Tn/m²
- Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_c \leq 0.55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisible}$
 donde " V_c " es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y " V_m " es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

-Conclusión: En ambas direcciones X e Y no se cumple la resistencia al corte.

3.5. Calificación:

| | |
|-----|---|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| (D) | -Menos del 25% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo *Mz 16 Lt 11*
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

6. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 2.90 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.13 m

-L/S= 20.77

| | |
|----------|---------------------------|
| A | Edificio con L/S<15 |
| B | Edificio con 15 ≤ L/S< 18 |
| C | Edificio con 18 ≤ L/S< 25 |
| D | Edificio con L/S ≥ 25 |

5. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:

$\beta_1 = a/L = 0.79$ $\beta_2 = b/L$ No presenta

| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

8. TIPO DE CUBIERTA:

| | |
|----------|---|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:

$RL = \frac{H-T}{H} = \text{No presenta}$ $\pm \frac{M}{A} = 0\%$

| | |
|----------|---|
| A | $RL > 0.66$; $+\Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq +\Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq +\Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $+\Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que puedan caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |



METODOLOGÍA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS



TESIS:

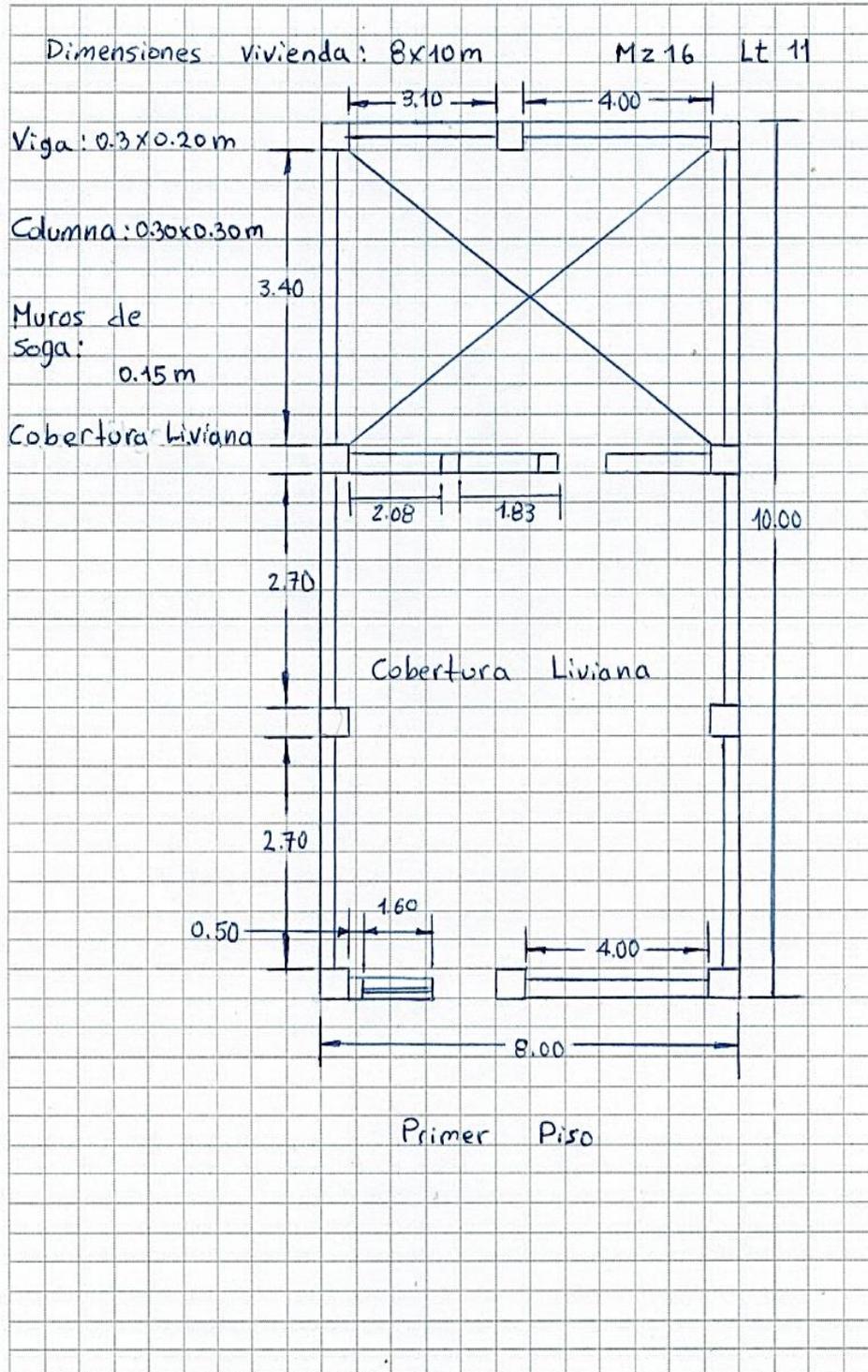
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 44.77, la vivienda ubicada en la Mz. 16 Lt. 11 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica ALTA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 16 Lt. 11.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 44.77$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 16 Lt. 11.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel de Riesgo Sísmico para la vivienda ubicada en la Mz. 16 Lt. 11.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 56.99 | Fuerte |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 63.78 | Severo |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 50.40 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 38%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 32 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Regular (“C” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 593.27 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 16 Lt. 11.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 50.40 \times 593.27 (1 - 38/100)$$

$$VE = S/ 18,538.50 \text{ (DIECIOCHO MIL QUINIENTOS TREINTA Y OCHO SOLES CON CINCUENTA CENTÉSIMOS)}$$

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 16 Lt. 11 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 16 Lt. 11 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 56.99 | S/ 18,538.50 | S/ 10,565.55 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 63.78 | S/ 18,538.50 | S/ 11,824.73 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 18,538.50 | S/ 18,538.50 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 18,538.50 | S/ 18,538.50 |

17. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 17 LT 18, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 17 Lt. 18, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 17 Lt. 18.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi | |
|--|--------------------------------------|-------------------------|----|----|----|---------|----------------|--------|
| | | A | B | C | D | | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 1.25 | |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 37.50 | |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 33.75 | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 45.00 | |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 22.50 | |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 | |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 | |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki*Wi$ | | | | | | 161.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100* (Iv/382.5)$ | | | | | | 42.16 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

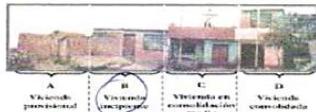
UN.S. INGENIERIA CIVIL

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Dolores Cuz Galarraga
 DNI: 32924421
 MZ: 13 LTE: 19
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1983 (40 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: Si
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: No
 SOTANOS: No
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar Tipo C-10
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería con finch
 AREA DE TERRENO (m2): 5.1 x 15 m (76.5 m²)
 ht: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 2.6 m
 AP: AREA DE PLANTA TÍPICA (m2): 5.1 x 1.5 m (7.65 m²)
 NUMERO DE PISOS (N): 1
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.40 m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 24 - 0.499
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3-1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: D



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|---|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alfézar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alfézar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alfézar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alfézar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

$t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3
 h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.60 m, $t(m) \geq 0.13$
 t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13
 -Conclusión: la mayoría de muros cumplen el espesor mínimo

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"

$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f' m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f' m$
 Donde f_m (Tn/m²) = 35 Kg/cm² = 350 Tn/m² Ladrillo King Kong Artesanal
 -Conclusión: Menos del 50% de los muros en ambas direcciones cumplen el esfuerzo axial máximo

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

Área de Corredores Muros Reforzados = $\sum \frac{L_i \cdot Z \cdot U \cdot S \cdot N}{A_p \cdot 56}$
 Área de la Planta Típica
 -Conclusión: No se cumple la densidad mínima de muros en ambas direcciones

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "Y" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que: $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$

-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:
 $V_m = 0.5 v_m \cdot a \cdot l \cdot L + 0.23 P_m$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_m = 0.35 v_m \cdot a \cdot l \cdot L + 0.23 P_m$ Para Unidades Silico-calcáreas Ladrillo King Kong Artesanal
 Donde v_m (Tn/m²) = 5.1 Kg/cm² = 51 Tn/m²
- Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_m \leq 0.55 V_m$ = Fuerza Cortante admisible
 donde: " V_m " es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y " V_m " es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

-Conclusión: No se cumple la resistencia al corte en ambas direcciones

3.5. Calificación:

| | |
|---|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

UNB INGENIERIA CIVIL

UNB NACIONAL DEL SANTA

UNB INGENIERIA CIVIL

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASesor: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo *M7 17 Lt 19*
 RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 5.00 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.14 m

-L/S= 35.71

| | |
|----------|---------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:

$a = 5.10\text{m}$
 $L = 15.00\text{m}$
 $\beta_1 = a/L = 0.34$
 $\beta_2 = b/L$

| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

9. TIPO DE CUBIERTA:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostamiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:

$T = \text{No presenta}$
 $H = \text{No presenta}$
 $RL = \frac{H-T}{H} = \text{No presenta}$
 $\pm \frac{\Delta A}{A} = 0\%$

| | |
|----------|--|
| A | $RL > 0.66$; $\pm \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq \pm \Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq \pm \Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $\pm \Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACION:

| | |
|----------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |



METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS:

"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

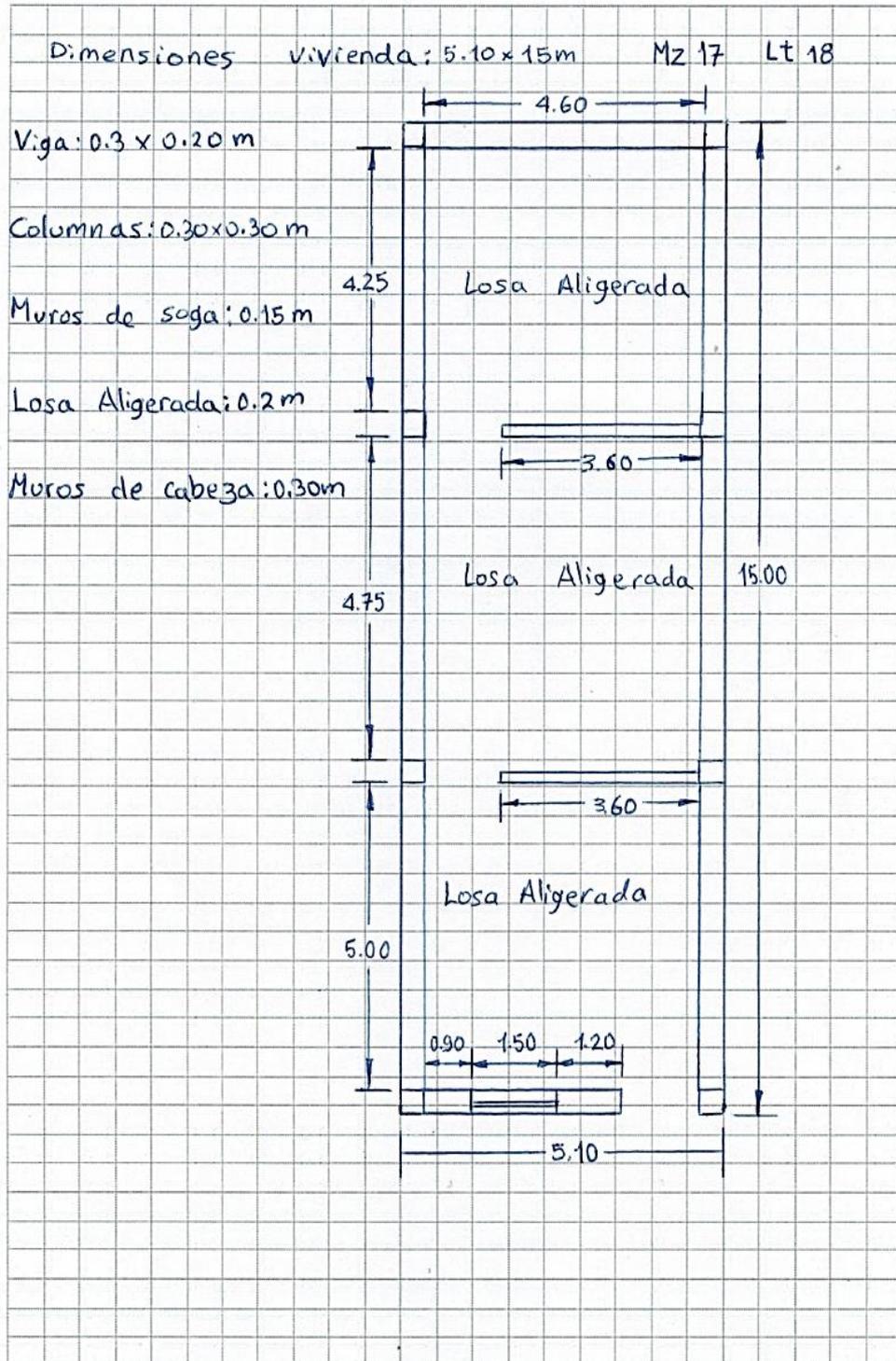


AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 42.16, la vivienda ubicada en la Mz. 17 Lt. 18 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica ALTA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 17 Lt. 18.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|------------------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 42.16$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 17 Lt. 18.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel de Riesgo Sísmico para la vivienda ubicada en la Mz. 17 Lt. 18.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 50.13 | Fuerte |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 57.43 | Fuerte |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 76.50 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 29%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 40 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Bueno (“B” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 719.39 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 17 Lt. 18.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 76.50 \times 719.39 (1 - 29/100)$$

VE = S/ 39,073.67 (TREINTA Y NUEVE MIL SETENTA Y TRES SOLES CON SESENTA Y SIETE CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 17 Lt. 18 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 17 Lt. 18 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 50.13 | S/ 39,073.67 | S/ 19,587.83 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 57.43 | S/ 39,073.67 | S/ 22,438.83 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 39,073.67 | S/ 39,073.67 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 39,073.67 | S/ 39,073.67 |

18. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 18 LT 5, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 18 Lt. 5, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 18 Lt. 5.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso | Parcial | |
|--|--------------------------------------|---|----------|-----------|-----------|------|---------|---------------|
| | | A | B | C | D | Wi | Ki* Wi | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 20.00 | |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 1.25 | |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 7.50 | |
| 4 | Posición del edificio y | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 33.75 | |
| | Cimentación. | | | | | | | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 15.00 | |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 0.00 | |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 | |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 | |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 | |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | Iv = $\sum Ki*Wi$ | | | | | | 125.00 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | Ivn = $100* (Iv/382.5)$ | | | | | | 32.68 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022" | | |
| AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Ignacio Rosales Bernate
 DNI: 32 78 87 45
 MZ: 10 LTE: 5
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1982 (41 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): Vivienda unifamiliar - Tipo C - 1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 AREA DE TERRENO (m2): 8.00 x 15.00 m (120.00 m2)
 hn: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 5.70 m
 AP: AREA DE PLANTA TÍPICA (m2): En TOTAL: 732.40 m²
 NUMERO DE PISOS (N): 2
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.75 m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 74 - 0.45 g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: "C" - vivienda en consolidación media



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "entendada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alfeizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alfeizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alfeizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alfeizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":
 $t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3
 -h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.75 m, t(m) = 0.13 m
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13 m
 -Conclusión: La mayoría de muros cumplen espesor mínimo

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"
 $\sigma_m = \frac{P_m}{L_m} \leq 0.27 \cdot f_m \cdot \left[1 + \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f_m$
 Donde f_m (Tn/m²) = 34 kg/cm² = 340 Tn/m²
 -Conclusión: Menos del 75% del total de muros (71%) en ambos ejes cumplen el esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:
 $\frac{\text{Área de Cortado de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} \geq \frac{\sum L_i \cdot Z_i \cdot S_N}{A_p \cdot 56}$
 -Conclusión: En 1 piso (2° piso) no se cumple la densidad de muros en el eje X.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:
 • Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:
 $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$
 -Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 • La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:
 $V_m = 0.5 \cdot v_m \cdot a \cdot t \cdot L + 0.23 \cdot P_i$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_m = 0.35 \cdot v_m \cdot a \cdot t \cdot L + 0.23 \cdot P_i$ Para Unidades Silico-calcáreas ladrillo de concreto
 Donde v_m (Tn/m²) = 8.6 kg/cm² = 86 Tn/m²
 • Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_i \leq 0.55 \cdot V_{m,i} = \text{Fuerza Cortante Admisible}$
 donde: "V_i" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "V_{m,i}" es la fuerza cortante asociada al aprietaamiento diagonal de la albañilería.
 -Conclusión: En 1 piso (2° piso) no se cumple la resistencia al corte en la dirección eje X.

3.5. Calificación:

| | |
|---|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

UNSA UNSA INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

M₂ 18 Lt 5

6. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

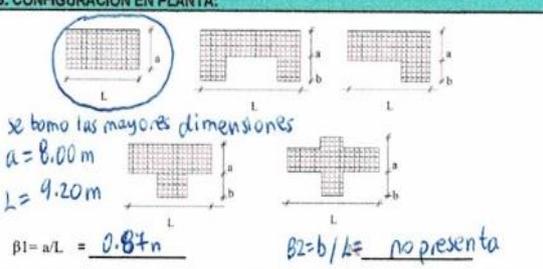
-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 3.30 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.13 m

-L/S= 25.38

| | |
|----------|---------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:



Se tomo las mayores dimensiones
 $a = 8.00$ m
 $L = 9.20$ m

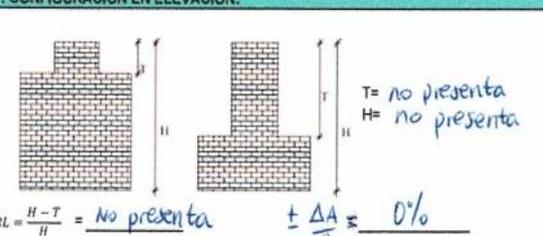
$\beta_1 = a/L = 0.87$ $\beta_2 = b/L =$ no presenta

| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

9. TIPO DE CUBIERTA:

| | |
|----------|---|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijaes y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostamiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:



$T =$ no presenta
 $H =$ no presenta

$RL = \frac{H-T}{H} =$ no presenta $\pm \frac{\Delta A}{A} \approx 0\%$

| | |
|----------|--|
| A | $RL > 0.66$; $\pm \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq \pm \Delta A/A \leq 20\%$ o la estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq \pm \Delta A/A \leq 50\%$ o la estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $\pm \Delta A/A \geq 50\%$ o la estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

TESIS:

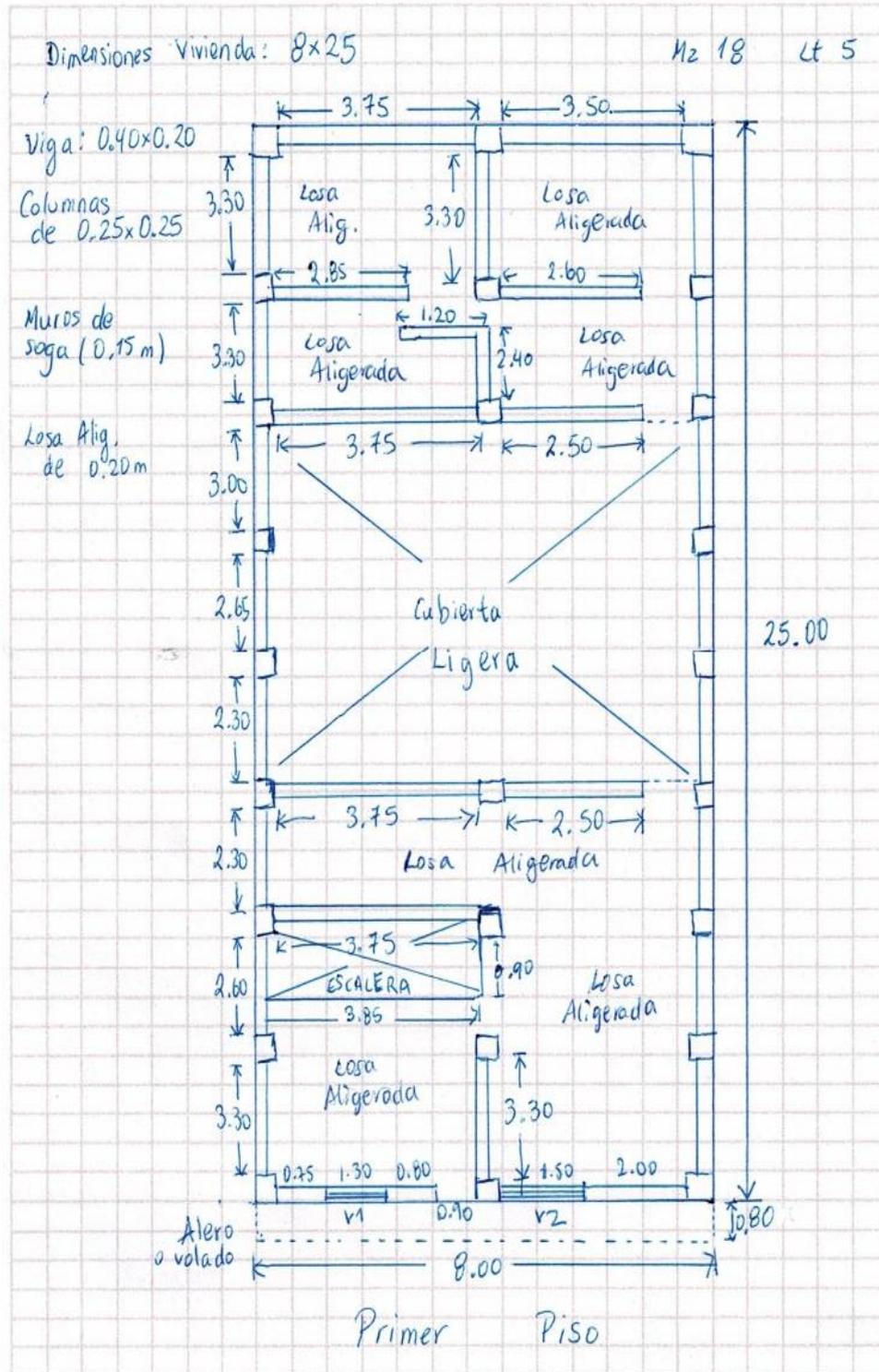
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

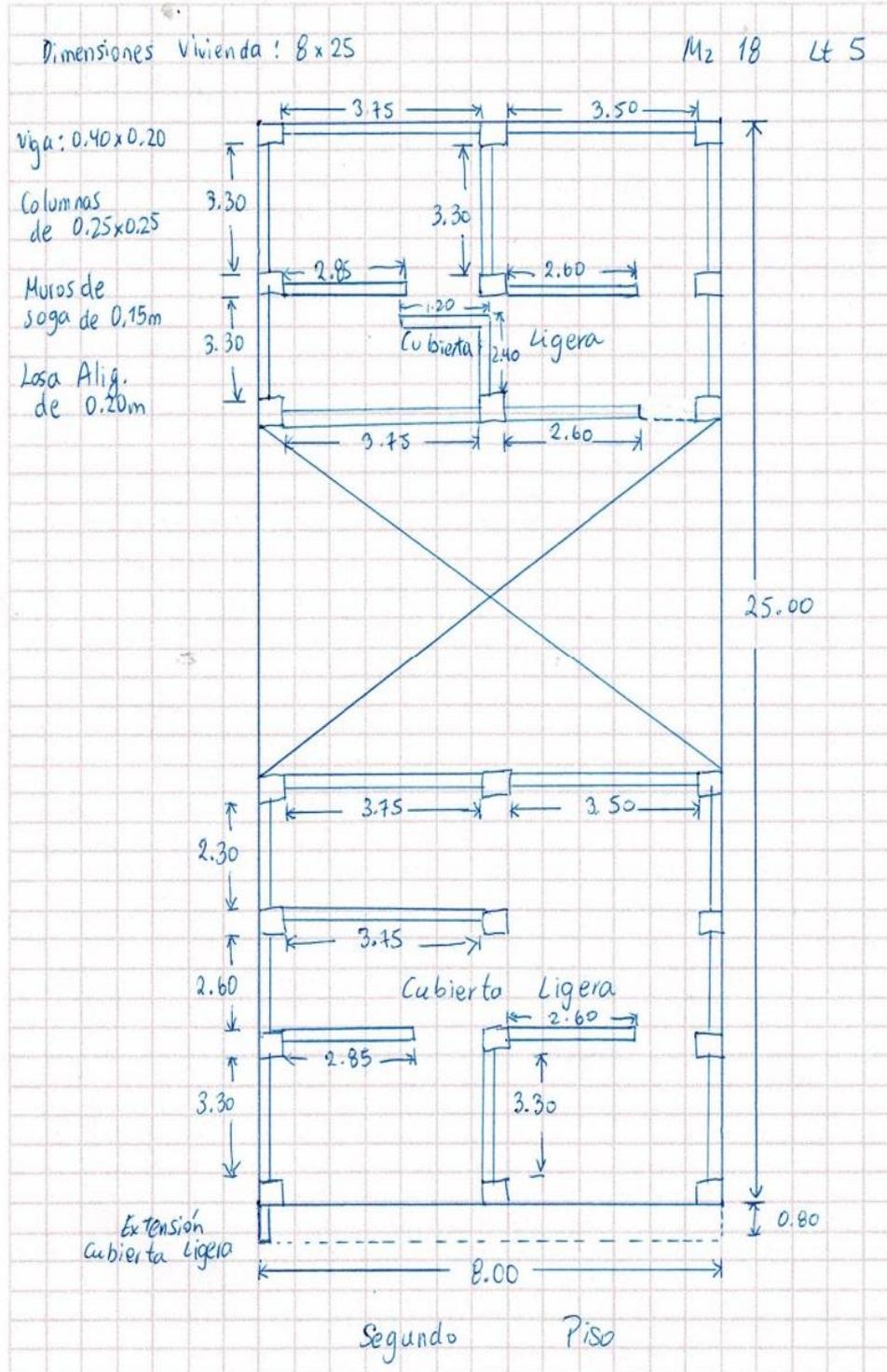
RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



III. EL PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 32.68, la vivienda ubicada en la Mz. 18 Lt. 5 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 18 Lt. 5.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 32.68$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 18 Lt. 5.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel de Riesgo Sísmico para la vivienda ubicada en la Mz. 18 Lt. 5.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 30.80 | Fuerte |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 39.06 | Fuerte |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 264.80 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 32%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 41 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Bueno (“B” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 746.45 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 18 Lt. 5.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 264.80 \times 746.45 (1 - 32/100)$$

VE = S/ 134,408.77 (CIENTO TREINTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTOS OCHO SOLES CON SETENTA Y SIETE CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 18 Lt. 5 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 18 Lt. 5 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 30.80 | S/ 134,408.77 | S/ 41,395.92 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 39.06 | S/ 134,408.77 | S/ 52,497.94 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 134,408.77 | S/ 134,408.77 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 134,408.77 | S/ 134,408.77 |

19. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 19 LT 12, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 19 Lt. 12, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 19 Lt. 12.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso | Parcial | |
|--|--------------------------------------|--------------------------|----|----|----|------|---------|--------|
| | | A | B | C | D | Wi | Ki* Wi | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 | |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 7.50 | |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 33.75 | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 12.50 | |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 | |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 15.00 | |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 | |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 | |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki*Wi$ | | | | | | 121.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv/382.5)$ | | | | | | 31.70 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Juan Infantes Araujo
 DNI: 32788752
 MZ: 19 LTE: 12
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1981 (42 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): Vivienda familiar - Tipo C - 1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería con finada
 ÁREA DE TERRENO (m²): 8.00 x 25.00 m (200 m²)
 h: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 5.30 m
 AP: ÁREA DE PLANTA TÍPICA (m²): 8.00 x 16.00 m (128 m²)
 NÚMERO DE PISOS (N): 2
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.65 m
 FACTOR DE ZONA SÍSMICA (Z): 24 = 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: vivienda en constitución Media "C"



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|----------|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "dentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

| | |
|--|--|
| 1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE: | |
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E -070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":
 $t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3
 -h: Altura promedio de Entrepioso (m): 2.65 m, $t(m) = 0.13m$
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13 m
 -Conclusión: La mayoría de sus muros cumplen espesor mínimo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"
 $\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.27 \cdot f_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f_m$
 Donde f_m (Tn/m²) = 74 kg/cm² = 740 Tn/m²
 -Conclusión: Menos del 75% del total de muros (67%) en ambos ejes cumplen el esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:
 $\text{Arcade Cortados Muros Reforzados} = \sum L_i \cdot Z_{i, S, N}$
 $\text{Arcade de Planta Típica} = A_p \cdot Z_{i, S, N} = 56$
 -Conclusión: En 1 piso (2º piso) no se cumple la densidad de muros en el eje X.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:
 • Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepioso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:
 $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$

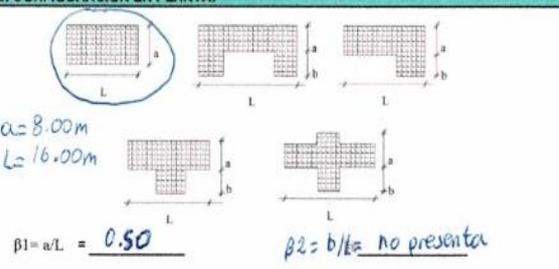
-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 • La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepioso mediante las siguientes expresiones:
 $V_m = 0.5 v_m \cdot a \cdot l \cdot L + 0.23 P_z$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_m = 0.35 v_m \cdot a \cdot l \cdot L + 0.23 P_z$ Para Unidades Silico-calcareas ladrillo de concreto
 Donde v_m (Tn/m²) = 8.6 kg/cm² = 86 Tn/m²
 • Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepioso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_c \leq 0.55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisible}$
 donde "V_c" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "V_m" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.
 -Conclusión: En 1 piso (2º piso) no se cumple la resistencia al corte en la dirección del eje X.

| | |
|----------|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

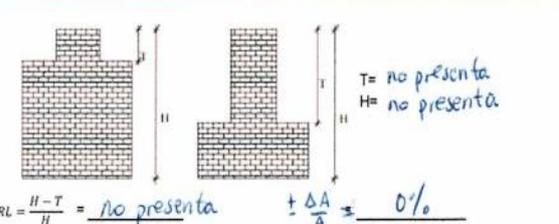
| | | | |
|--|--|------------------------------------|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | | |
| AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo | M219 Lt 12 |

| 5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES: | |
|-----------------------------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

| 8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS: | |
|---|---------------------------|
| -L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: | 4.30 m |
| -S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): | 0.13 m |
| -L/S= | 33.08 |
| A | Edificio con L/S<15 |
| B | Edificio con 15 ≤ L/S< 18 |
| C | Edificio con 18 ≤ L/S< 25 |
| D | Edificio con L/S ≥ 25 |

| 6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA: | |
|--|--|
|  <p>$\beta_1 = a/L = 0.50$ $\beta_2 = b/L = \text{no presenta}$</p> | |
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

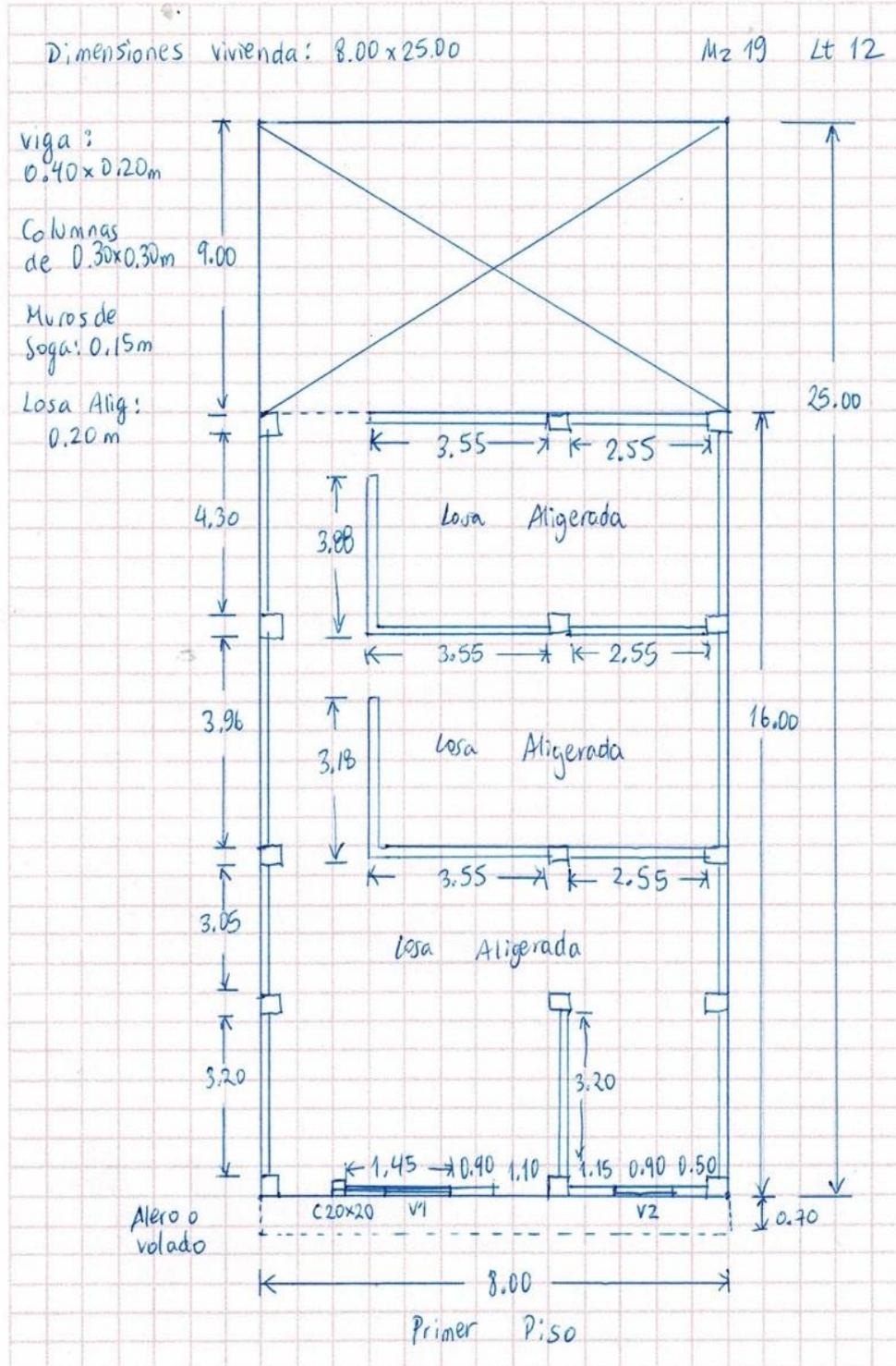
| 9. TIPO DE CUBIERTA: | |
|----------------------|--|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pemos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Etemit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

| 7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN: | |
|---|--|
|  <p>$RL = \frac{H-T}{H} = \text{no presenta}$ $\frac{\Delta A}{A} = 0\%$</p> <p>T= no presenta H= no presenta</p> | |
| A | $RL > 0.66$; $\pm \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq \pm \Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq \pm \Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $\pm \Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

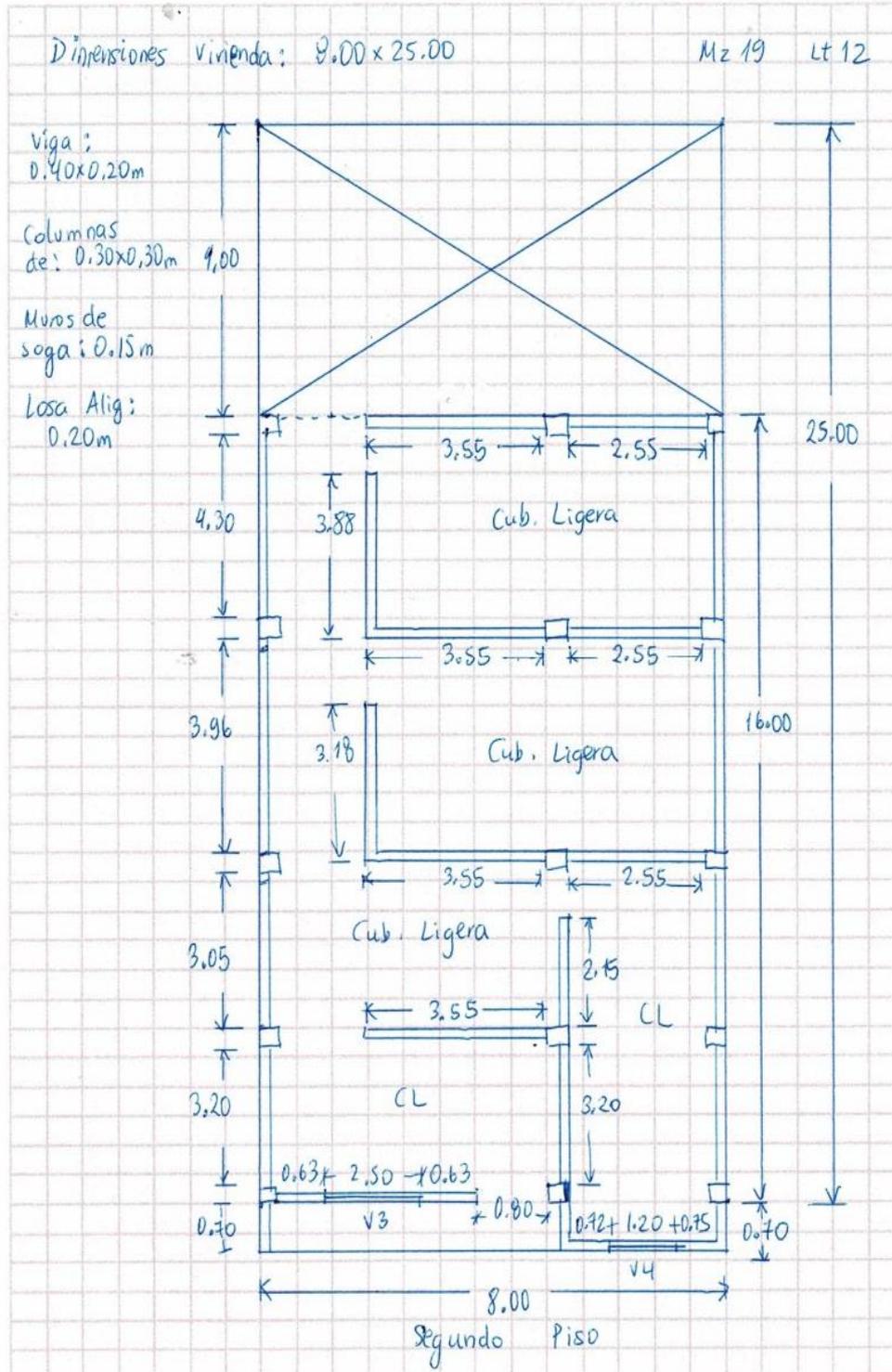
| 10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES: | |
|---------------------------------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

| 11. ESTADO DE CONSERVACIÓN: | |
|-----------------------------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

EL PLANO DE DISTRIBUCIÓN



EL PLANO DE DISTRIBUCION



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 31.70, la vivienda ubicada en la Mz. 19 Lt. 12 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 19 Lt. 12.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 31.70$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 19 Lt. 12.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 19 Lt. 12.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 29.22 | Considerable |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 37.51 | Fuerte |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 256.00 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 44%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 42 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Regular (“C” en el parámetro 11 del método Benedetti- Pettrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 719.39 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 19 Lt. 12.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 256.00 \times 719.39 (1 - 44/100)$$

VE = S/ 103,131.75 (CIENTO TRES MIL CIENTO TREINTA Y UN SOLES CON SETENTA Y CINCO CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 19 Lt. 12 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 19 Lt. 12 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 29.22 | S/ 103,131.75 | S/ 30,135.06 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 37.51 | S/ 103,131.75 | S/ 38,683.38 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 103,131.75 | S/ 103,131.75 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 103,131.75 | S/ 103,131.75 |

20. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 20 LT 23, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 20 Lt. 23.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso | Parcial |
|--|--------------------------------------|----------------------------|----|----|----|------|---------|
| | | A | B | C | D | Wi | Ki* Wi |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 0.00 |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 33.75 |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 2.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | 83.75 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | 21.90 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | | |
|----------|--|---------|-----------------------------|
| | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | | |
| | TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022" | | |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: | Mg. LEÓN MALO, Iván Elliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Gabriel Emiterio Quezada
 DNI: 32795377
 MZ: 20 LTE: 23
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1989 (34 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): Vivienda unifamiliar - Tipo C - 1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería con finada
 AREA DE TERRENO (m²): 8.00 x 25.00 m (200 m²)
 hn: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 5.70m
 AP: AREA DE PLANTA TÍPICA (m²): 8 x 12.15m (97.20 m²)
 NUMERO DE PISOS (N): 2
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.65m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 34 - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): 40⁺ S3 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: 40⁺ - Vivienda Consolidada



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|---|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre que indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

$t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3
 -h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.65m, t (m) = 0.13m
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.14m
 -Conclusión: Los muros de la vivienda cumplen con el espesor mínimo efectivo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro:

$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2 f' m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f' m$
 Donde f_m (Tn/m²) = 350 kg/cm²
 -Conclusión: Hasta el 75% cumple

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$$\frac{\text{Arcade Cortados Muros Reforzados}}{\text{Arcade Planta Típica}} = \frac{\sum L_i \cdot Z \cdot U \cdot S \cdot N}{A_p \cdot 56}$$

 -Conclusión: En ambas direcciones se cumple la densidad mínima de muros

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que: $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$

Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_n) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:

$V_n = 0,5 V_n \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_n$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_n = 0,35 V_n \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_n$ Para Unidades Silico-calcáreas

Donde V_m (Tn/m²) = 51 Tn/m²
 • Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_n \leq 0,55 V_n = \text{Fuerza Cortante Admisible}$
 donde: " V_n " es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y " V_n " es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería

-Conclusión: En ambas direcciones cumple la resistencia al corte.

3.5. Calificación:

-Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo.
 -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo.
 -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos.
 -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos.

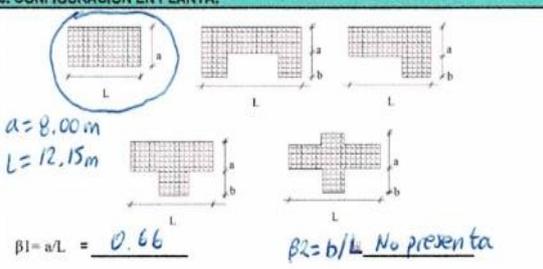
-Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo.
 -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo.
 -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y.
 -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y.

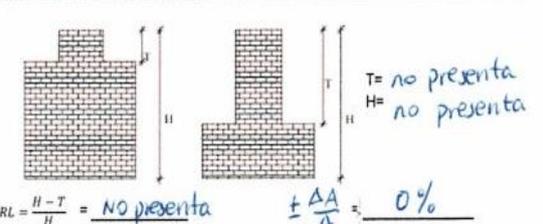
-Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo.
 -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo.
 -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y.
 -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y.

-Menos del 25% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo.
 -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo.
 -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y.
 -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y.

| | | |
|---|---|---|
|  | <p>METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS</p> <p>TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"</p> |  |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |
| | | M2 20 Lt 23 |

| 6. DIAFRAGMAS HORIZONTALES: | |
|-----------------------------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

| 6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA: | |
|---|--|
|  <p>$a = 8.00\text{ m}$ $L = 12.15\text{ m}$ $\beta_1 = a/L = 0.66$ $\beta_2 = b/L$ No presenta</p> | |
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

| 7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN: | |
|--|--|
|  <p>$T =$ no presenta $H =$ no presenta $RL = \frac{H-T}{H} =$ no presenta $\pm \frac{\Delta A}{A} = 0\%$</p> | |
| A | $RL > 0.66$; $\pm \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq \pm \Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq \pm \Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $\pm \Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

| 8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS: | |
|---|---------------------------------|
| -L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: | 3.50 m |
| -S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): | 0.14 m |
| -L/S= | 25.00 |
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

| 9. TIPO DE CUBIERTA: | |
|----------------------|--|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostamiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

| 10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES: | |
|---------------------------------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

| 11. ESTADO DE CONSERVACIÓN: | |
|-----------------------------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

TESIS:

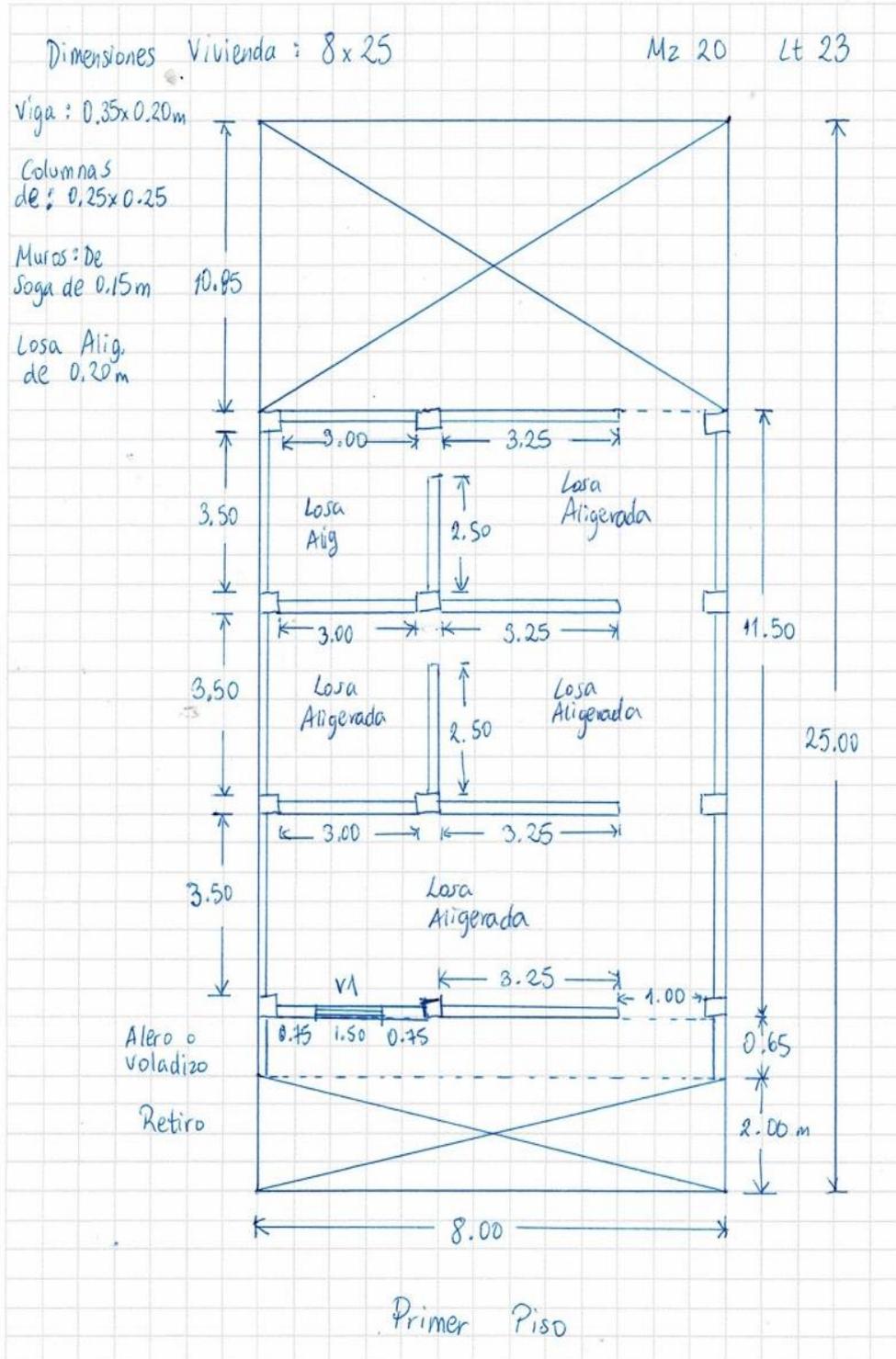
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

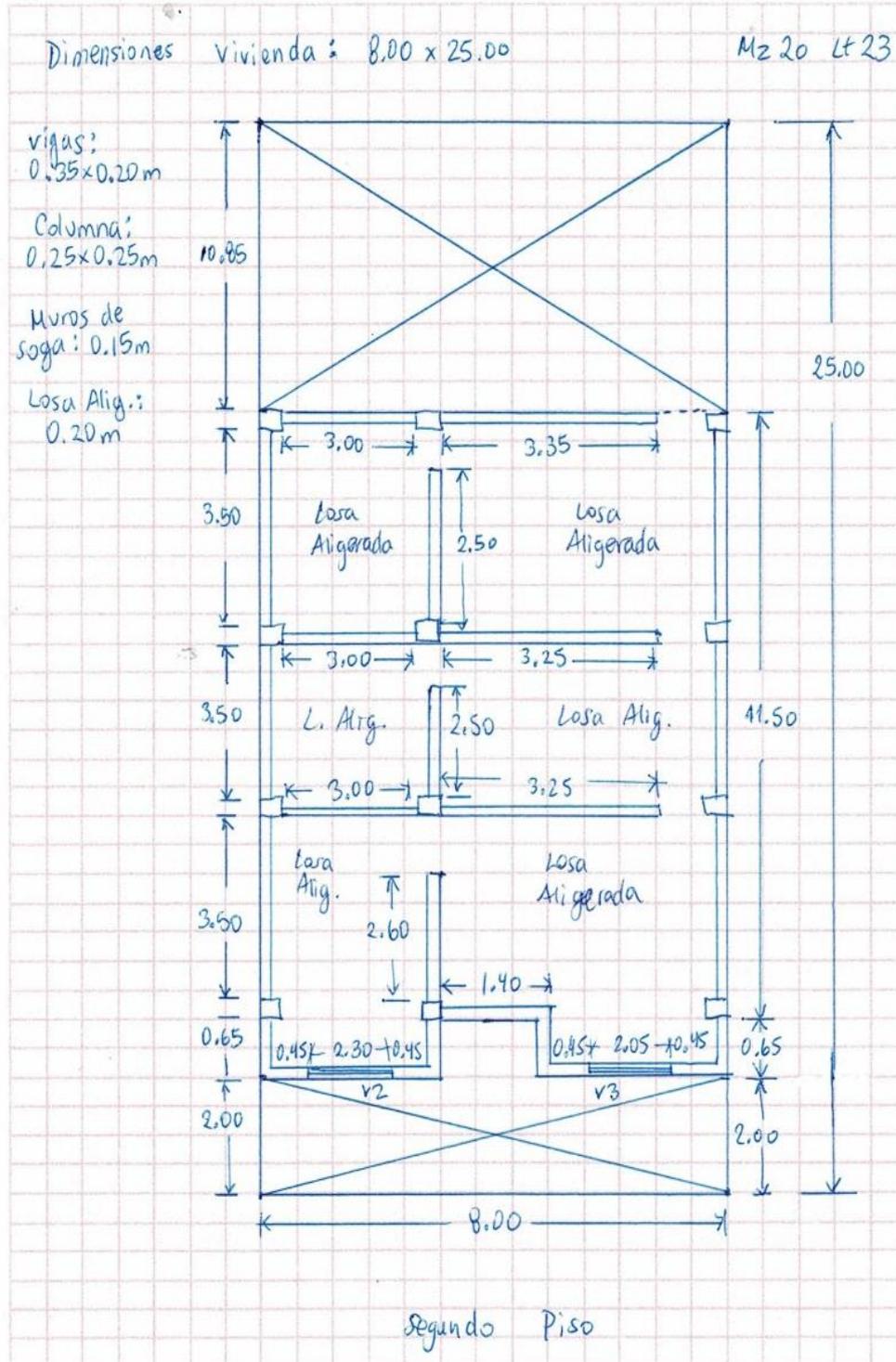
RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



III PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 21.90, la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 21.90$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 16.83 | Considerable |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 24.83 | Considerable |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 78.50 | Severo |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Severo |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 194.40 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 38%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 34 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Regular (“C” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 719.39 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 194.40 \times 719.39 (1 - 38/100)$$

VE = S/ 86,706.64 (OCHENTA Y SEIS MIL SETECIENTOS SEIS SOLES CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 20 Lt. 23 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 16.83 | S/ 86,706.64 | S/ 14,594.32 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 24.83 | S/ 86,706.64 | S/ 21,531.06 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 78.50 | S/ 86,706.64 | S/ 68,062.87 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 86,706.64 | S/ 86,706.64 |

21. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 21 LT 4, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 21 Lt. 4, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 21 Lt. 4.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso | Parcial |
|--|--------------------------------------|--------------------------|----------|-----------|-----------|------|--------------|
| | | A | B | C | D | Wi | Ki* Wi |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 20.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 37.50 |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 18.75 |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 12.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki*Wi$ | | | | | 161.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv/382.5)$ | | | | | 42.16 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Ruperto Hermitaño Beaites Jara
 DNI: 32867009
 MZ: 21 LTE: 4
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1995 (28 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar - Tipo C - 1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería con piladas
 AREA DE TERRENO (m2): 8.10 x 25.00 m (202.50 m²)
 hn: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 5.30 m
 AP: AREA DE PLANTA TIPICA (m2): 9.10 x 17.00 (157.70 m²)
 NUMERO DE PISOS (N): 2
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.75 m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 24 - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: "C" - vivienda en Consolidación Media



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "dentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E -070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t": $t \geq \frac{h}{30}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3
 h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.75 m, t (m) = 0.13 m
 t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13 m
 -Conclusión: La mayoría de muros cumplen el espesor mínimo

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: " σ_m " ladrillo de concreto

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f' m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f' m$$
 Donde P_m (Tn/m2) = 74 Kg/cm² = 740 Tn/m²
 -Conclusión: Menos del 50% del total de muros (42%) en ambos ejes cumplen el esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$$\frac{\text{Arcos Cortados Muros Reforzados}}{\text{Arcos de Planta Típica}} = \frac{\sum L_i \cdot Z_i \cdot S \cdot N}{4p} \geq \frac{2U \cdot S \cdot N}{56}$$
 -Conclusión: En el 1º y 2º piso no se cumple la densidad de muros en el eje X.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$
 • Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:
 -Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 • La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:

$$V_m = 0.5 v_m \cdot a \cdot l \cdot L + 0.23 P_p$$
 Para Unidades de arcilla y de concreto

$$V_m = 0.35 v_m \cdot a \cdot l \cdot L + 0.23 P_p$$
 Para Unidades Silíceo-calcáreas ladrillo de concreto.
 Donde v_m (Tn/m2) = 8.6 Kg/cm² = 86 Tn/m²
 • Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

$$V_c \leq 0.55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisible}$$
 donde: " V_c " es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y " V_m " es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.
 -Conclusión: En el 1º piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección eje X.

3.5. Calificación:

| | |
|---|---|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS



TESIS:

"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"



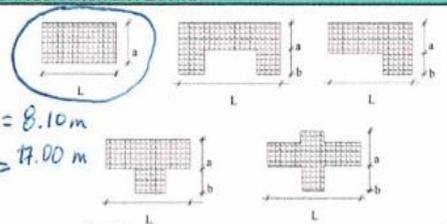
AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

M2 21 Lt 4

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|-----|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| (B) | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

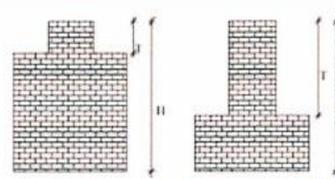
6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:



$a = 8.10 \text{ m}$
 $L = 17.00 \text{ m}$
 $\beta_1 = a/L = 0.48$
 $\beta_2 = b/L$ no presenta

| | |
|-----|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| (C) | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:



$T =$ no presenta
 $H =$ no presenta
 $RL = \frac{H-T}{H} =$ no presenta
 $\pm \frac{\Delta A}{A} = 0.03\%$

| | |
|-----|--|
| (A) | $RL > 0.66$; $\pm \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq \pm \Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq \pm \Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $\pm \Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 4.00 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.13 m

-L/S= 30.77

| | |
|-----|---------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| (D) | Edificio con $L/S \geq 25$ |

9. TIPO DE CUBIERTA:

| | |
|-----|--|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tlerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| (C) | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|-----|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin comisas y sin parapetos, o Edificio con comisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| (B) | Edificación con comisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|-----|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| (C) | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

TESIS:

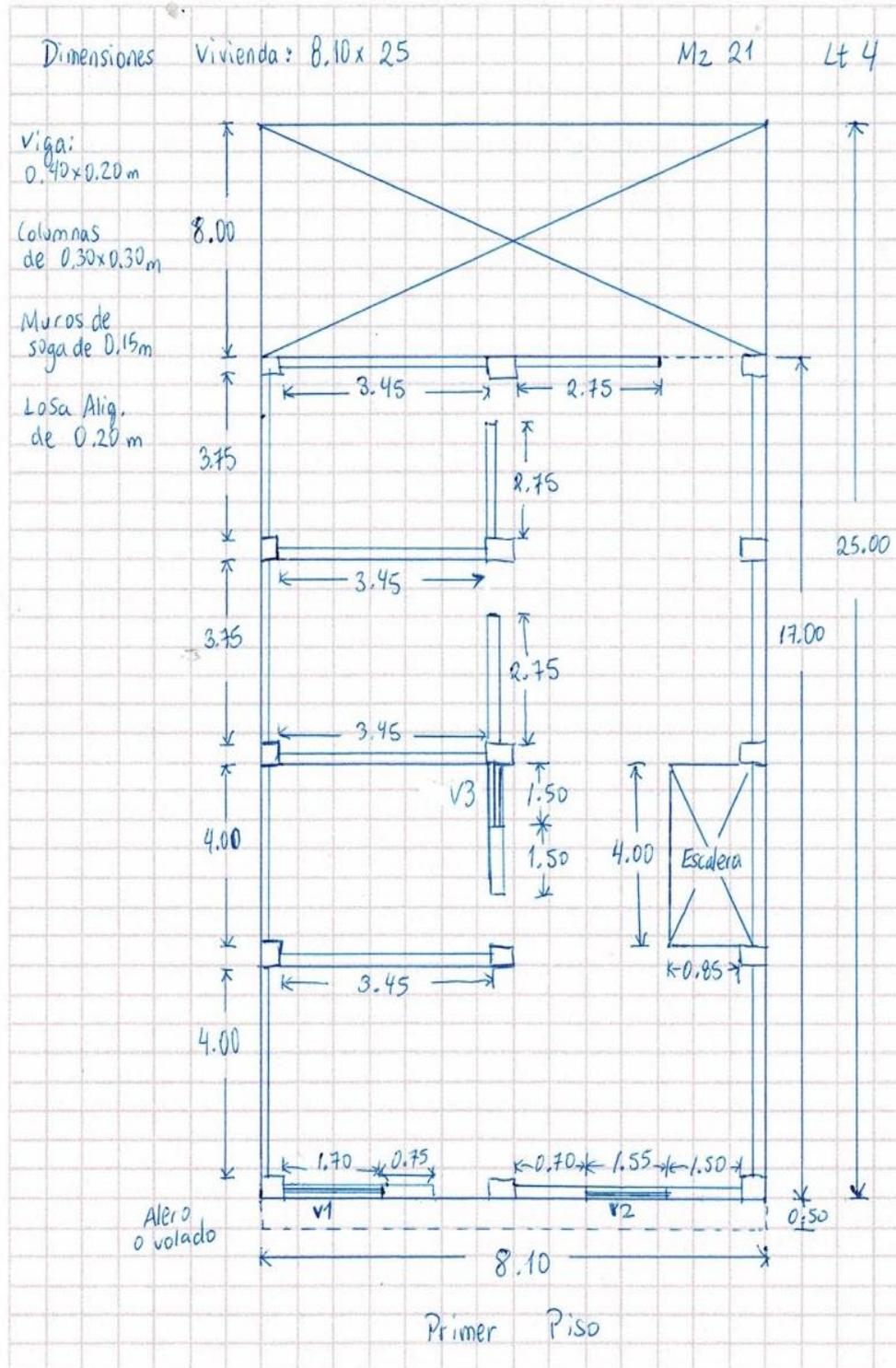
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

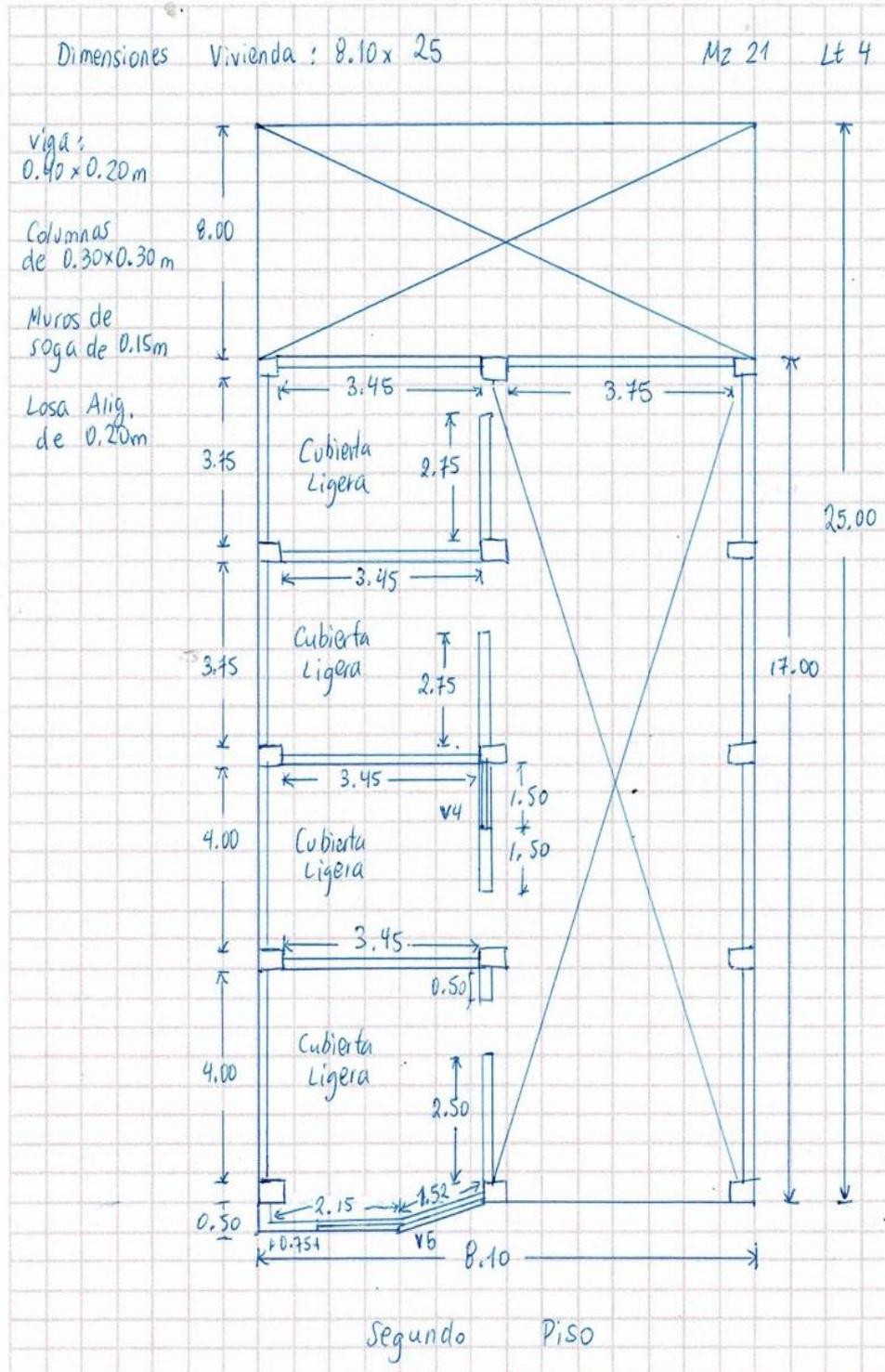
RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



EL PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 42.16, la vivienda ubicada en la Mz. 21 Lt. 4 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica ALTA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 21 Lt. 4.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 42.16$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 21 Lt. 4.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 21 Lt. 4.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 50.13 | Fuerte |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 57.43 | Fuerte |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 275.40 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 35%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 28 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Regular (“C” en el parámetro 11 del método Benedetti- Pettrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 719.39 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 21 Lt. 4.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 275.40 \times 719.39 (1 - 35/100)$$

VE = S/ 128,778.00 (CIENTO VEINTIOCHO MIL SETECIENTOS SETENTA Y OCHO SOLES CON CERO CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 21 Lt. 4 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 21 Lt. 4 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 50.13 | S/ 128,778.00 | S/ 64,557.07 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 57.43 | S/ 128,778.00 | S/ 73,953.32 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 128,778.00 | S/ 128,778.00 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 128,778.00 | S/ 128,778.00 |

22. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 22 LT 11, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 22 Lt. 11, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 22 Lt. 11.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi |
|--|--------------------------------------|----------------------------|----|-----------|-----------|---------|----------------|
| | | A | B | C | D | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 20.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 37.50 |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 18.75 |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 15.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 45.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 45.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 45.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | 282.50 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | 73.86 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Juana Doris Siccha Verde
 DNI: 32840912
 MZ: 22 LITE: 11
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1989 (34 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar - Tipo C - 1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albanilería confinada
 AREA DE TERRENO (m²): 8.00 x 25.00m (200 m²)
 hn: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 5.60 m
 AP: AREA DE PLANTA TIPICA (m²): 8.00 x 8.00m (64 m²)
 NUMERO DE PISOS (N): 2
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.70 m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 24 - 0.42g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: "C" - Vivienda en Consolidación Media



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|---|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: -->Mamostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. -->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. -->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hileras de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". -->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. -->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albanilería en todos sus niveles. -->Uso de ladrillo sólido (Kíng-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

Para las Zonas Sísmicas 2 y 3
 $t \geq \frac{h}{20}$
 h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.70, t (m) = 0.13
 t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13
 -Conclusión: La mayoría de muros cumplen el espesor mínimo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"

$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f'_m$
 Donde f_m (Tn/m²) = 74 kg/cm² = 740 Tn/m²
 -Conclusión: Menos del 50% del total de muros (35%) en ambos ejes cumplen el esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

Arco de Cortados Muros Reforzados $\sum L_i \geq \frac{ZU/S.N}{A_p}$
 Arco de la Planta Típica $A_p \geq \frac{ZU/S.N}{56}$
 -Conclusión: En el segundo piso no se cumple la densidad mínima de muros en el eje X.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:
 $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$

Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_m) de los muros de albanilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:

$V_m = 0.5 v_m \cdot a \cdot l \cdot L + 0.23 P_i$ Para Unidades de arcilla y de concreto

$V_m = 0.35 v_m \cdot a \cdot l \cdot L + 0.23 P_i$ Para Unidades Silico-calcáreas

Donde v_m (Tn/m²) = 8.6 kg/cm² = 86 Tn/m² de concreto.

- Para todos los muros de albanilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

$V_c \leq 0.55 P_m = \text{Fuerza Cortante Admisibles}$

donde "V_c" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "P_m" es la fuerza cortante asociada al apriestamiento diagonal de la albanilería.

-Conclusión: En el segundo piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección eje X.

3.5. Calificación:

| | |
|---|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

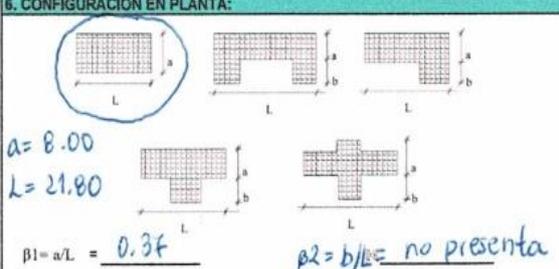
TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo M2 22 Lt 11
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

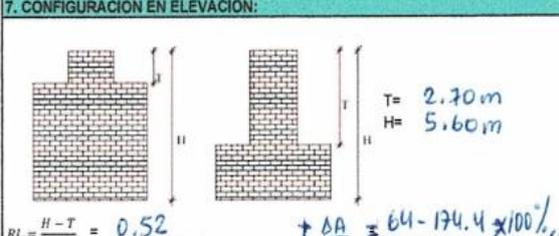
6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:



$a = 8.00$
 $L = 21.80$
 $\beta_1 = a/L = 0.36$
 $\beta_2 = b/L = \text{no presenta}$

| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:



$T = 2.70\text{ m}$
 $H = 5.60\text{ m}$
 $RL = \frac{H-T}{H} = 0.52$
 $\frac{\Delta A}{A} = \frac{64 - 174.4}{174.4} \times 100\% = -63\%$

| | |
|----------|--|
| A | $RL > 0.66$; $\pm \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq \pm \Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq \pm \Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $\pm \Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 4.00 m
-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.13 m
-L/S= 30.77

| | |
|----------|---------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

9. TIPO DE CUBIERTA:

| | |
|----------|---|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |



METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS



TESIS:

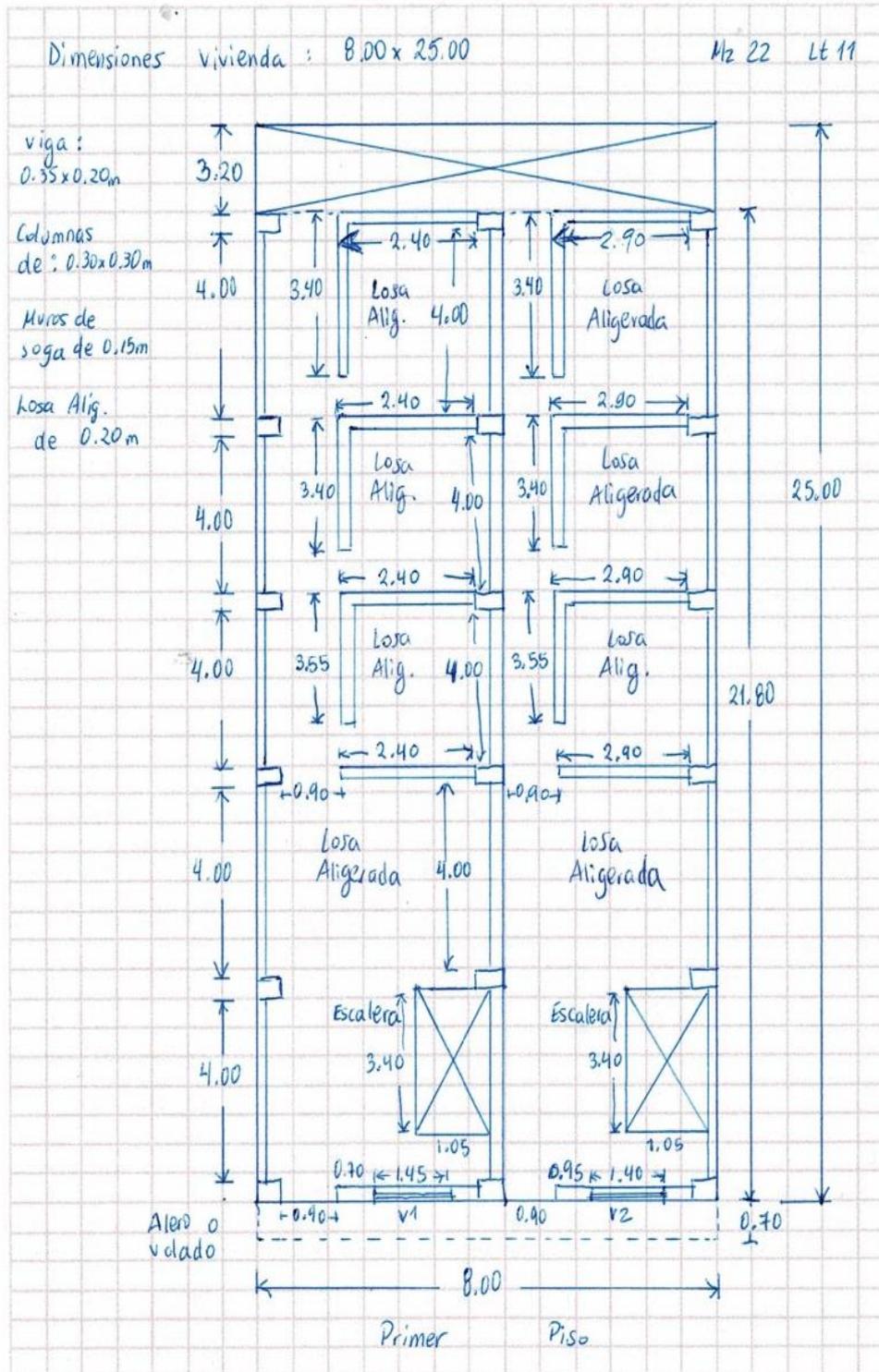
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

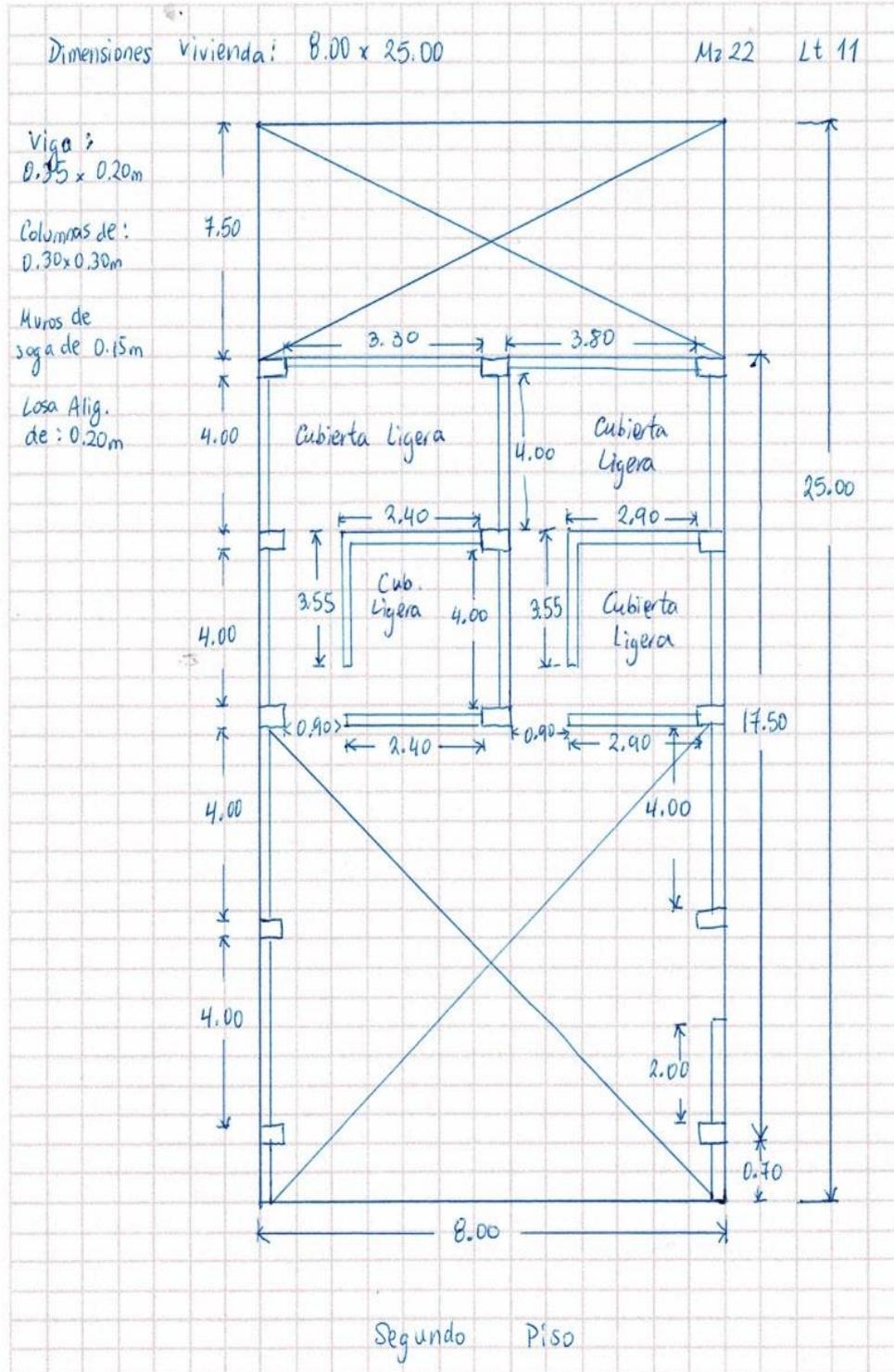
RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 73.86, la vivienda ubicada en la Mz. 22 Lt. 11 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica ALTA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 22 Lt. 11.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 73.86$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 22 Lt. 11.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 22 Lt. 11.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 100.00 | Colapso |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 100.00 | Colapso |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 128.00 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 78%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 34 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Malo (4 en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrin).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 668.08 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 22 Lt. 11.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 128.00 \times 668.08 (1 - 78/100)$$

VE = S/ 18,813.13 (DIECIOCHO MIL OCHOCIENTOS TRECE SOLES CON TRECE CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 22 Lt. 11 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 22 Lt. 11 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 100.00 | S/ 18,813.13 | S/ 18,813.13 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 100.00 | S/ 18,813.13 | S/ 18,813.13 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 18,813.13 | S/ 18,813.13 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 18,813.13 | S/ 18,813.13 |

23. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 23 LT 18, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 23 Lt. 18, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 23 Lt. 18.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso | Parcial | |
|--|--------------------------------------|--------------------------|----|----|----|------|---------|-------|
| | | A | B | C | D | Wi | Ki* Wi | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 1.25 | |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 0.00 | |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 3.75 | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 12.50 | |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 | |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 | |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki*Wi$ | | | | | | 33.75 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv/382.5)$ | | | | | | 8.82 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|------------------------------------|
| | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONGAL VASQUEZ WILSON ANDREE | | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Hiberon Eleuterio Mejia Pérez
 DNI: 32 851121
 MZ: 20 LITE: 18
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1988 (34 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar - Tipo C - 1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería Confiable
 AREA DE TERRENO (m2): 10.00 x 25.00 (250 m2)
 ht: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 2.80 m
 AP: AREA DE PLANTA TIPICA (m2): 10.00 x 25.00 (250 m2)
 NUMERO DE PISOS (N): 1
 ht: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.80 m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 0.45 g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S2 - 1.05
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: "C" - vivienda en consolidación Media



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

$t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3

-h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.80, t(m) >= 0.14
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.15
 -Conclusión: Más del 75% de los muros cumplen con el espesor mínimo

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: " σ_m "

$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f_m$

Donde f_m (Tn/m2) = 35 kg/cm2 = 350 Tn/m2
 -Conclusión: Más del 75% del total de muros (95%) en ambas direcciones cumplen esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$\frac{\text{Arcade Cortado los Muros Reforzados}}{\text{Arcade de Planta Tipica}} \geq \frac{\sum L_i \cdot Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$

-Conclusión: En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "Y" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$

Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_c) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:

$V_c = 0.5 v_c \cdot a \cdot t \cdot L + 0.23 P_c$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_c = 0.35 v_c \cdot a \cdot t \cdot L + 0.23 P_c$ Para Unidades Silico-calcáreas

Donde v' (Tn/m2) = 5.1 kg/cm2 = 51 Tn/m2

• Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

$$V_c \leq 0.55 V_c' = \text{Fuerza Cortante Admisible}$$

donde: " V_c' " es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y " V_c " es la fuerza cortante asociada al esperimento diagonal de la albañilería

-Conclusión: En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos.

3.5. Calificación:

| | |
|---|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

TESIS:

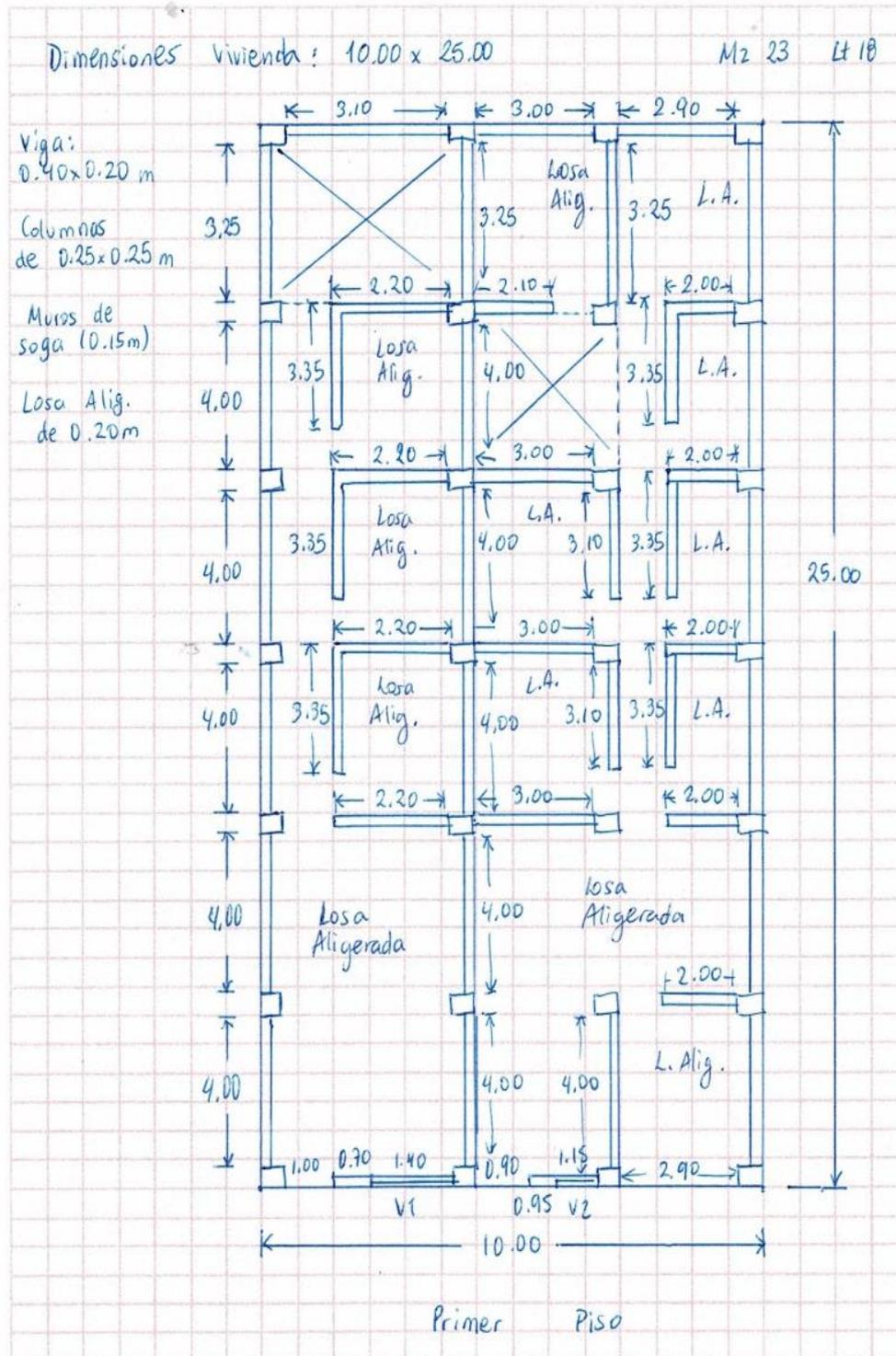
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 8.82, la vivienda ubicada en la Mz. 23 Lt. 18 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica BAJA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 23 Lt. 18.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S2 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S2.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.21 | $ID = 4 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0227 I_{vn}^2 - 0.0114 I_{vn} + 4.6832$ |
| Ocasional | 0.25 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0003 I_{vn}^3 + 0.0295 I_{vn}^2 + 0.0096 I_{vn} + 10.831$ |
| Raro | 0.47 | $ID = 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0669 I_{vn}^2 + 0.1254 I_{vn} + 44.646$ |
| Muy Raro | 0.56 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0012 I_{vn}^3 + 0.0822 I_{vn}^2 + 0.1728 I_{vn} + 58.479$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 8.82$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 23 Lt. 18.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 23 Lt. 18.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.21 | ID = 6.24 | Ligero |
| Ocasional | 75 años | 0.25 | ID = 13.04 | Moderado |
| Raro | 475 años | 0.47 | ID = 50.33 | Fuerte |
| Muy Raro | 970 años | 0.56 | ID = 65.70 | Severo |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 250.00 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 18%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 34 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Muy Bueno (“A” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 746.45 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 23 Lt. 18.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 250.00 \times 746.45 (1 - 18/100)$$

$$VE = S/ 153,022.25 \text{ (CIENTO CINCUENTA Y TRES MIL VEINTIDÓS SOLES CON VEINTICINCO CENTÉSIMOS)}$$

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 23 Lt. 18 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 23 Lt. 18 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 6.24 | S/ 153,022.25 | S/ 9,543.64 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 13.04 | S/ 153,022.25 | S/ 19,958.23 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 50.33 | S/ 153,022.25 | S/ 77,023.15 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 65.70 | S/ 153,022.25 | S/ 100,535.99 |

24. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 24 LT 8, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 24 Lt. 8, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 24 Lt. 8.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi |
|--|---|-------------------------|----------|-----------|-----------|------------|-------------------|
| | | A | B | C | D | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 20.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 7.50 |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 3.75 |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 15.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 12.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 45.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki*Wi$ | | | | | 146.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100* (Iv/382.5)$ | | | | | 38.24 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Maria Martina Regalado Escabante
 DNI: 32791179
 MZ: 29 LTE: 8
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1972 (51 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): Vivienda unifamiliar - Tipo C - 1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 AREA DE TERRENO (m²): 10.00 x 30.00m (300 m²)
 h: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 2.80m
 AP: AREA DE PLANTA TÍPICA (m²): 10.00 x 21.80 m (218 m²)
 NUMERO DE PISOS (N): 2
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.80m
 FACTOR DE ZONA SÍSMICA (Z): 24 - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S2 - 1.05
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: Vivienda Incipiente - "B"



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E -070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

$t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3

-h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.80, t(m) >= 0.14
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13 - 0.14
 -Conclusión: Poco menos del 75% del total de muros en ambas direcciones cumple el espesor mínimo efectivo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: σ_m

$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.27 \cdot f_m \left[1 + \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 \cdot f_m$

Donde f_m (Tn/m²) = 14 Kg/cm² = 140 Tn/m²
 -Conclusión: Menos del 75% del total de muros (71%) en la dirección X no cumplen el esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$\frac{\text{Área de Cortados Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} \geq \sum \frac{L_i \cdot Z_i \cdot S_i}{A_p \cdot 56}$

-Conclusión: No se cumple la densidad mínima de muros en la dirección del eje X.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso Y y en cada dirección principal del edificio se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:

$V_m = 0.5 \cdot v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 \cdot P_f$ Para Unidades de arcilla y de concreto

$V_m = 0.35 \cdot v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 \cdot P_f$ Para Unidades Silico-calcáreas Ladrillo de concreto.

Donde V_m (Tn/m²) = 8.6 Kg/cm² = 86 Tn/m²

• Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

$V_c < 0.55 \cdot V_c = \text{Fuerza Cortante Admisible}$

donde: " V_c " es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y " V_m " es la fuerza cortante asociada al aprietaamiento diagonal de la albañilería

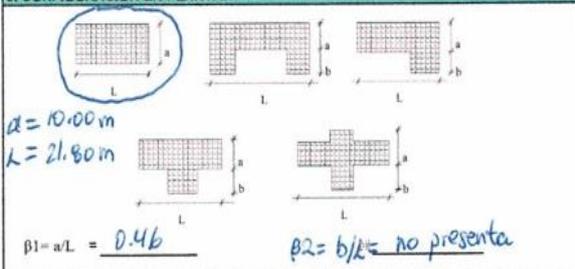
-Conclusión: No se cumple la resistencia al corte del edificio en la dirección X.

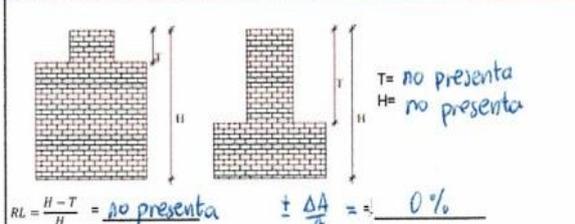
3.5. Calificación:

| | |
|---|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

| | | | |
|---|--|---------|--|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |  |
| | TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: | Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo <i>M2 24 Lt 8</i> |

| 6. DIAFRAGMAS HORIZONTALES: | |
|---|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

| 6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA: | |
|--|--|
|  | |
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: Irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

| 7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN: | |
|---|---|
|  | |
| A | $RL > 0.66$; $+\Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq +\Delta A/A \leq 20\%$ o la estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq +\Delta A/A \leq 50\%$ o la estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $+\Delta A/A \geq 50\%$ o la estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

| 8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS: | |
|---|---------------------------------|
| -L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: | <u>4.00</u> m |
| -S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): | <u>0.13</u> m |
| -L/S= <u>30.77</u> | |
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

| 9. TIPO DE CUBIERTA: | |
|---|---|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Etemit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

| 10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES: | |
|---|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

| 11. ESTADO DE CONSERVACIÓN: | |
|---|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

TESIS:

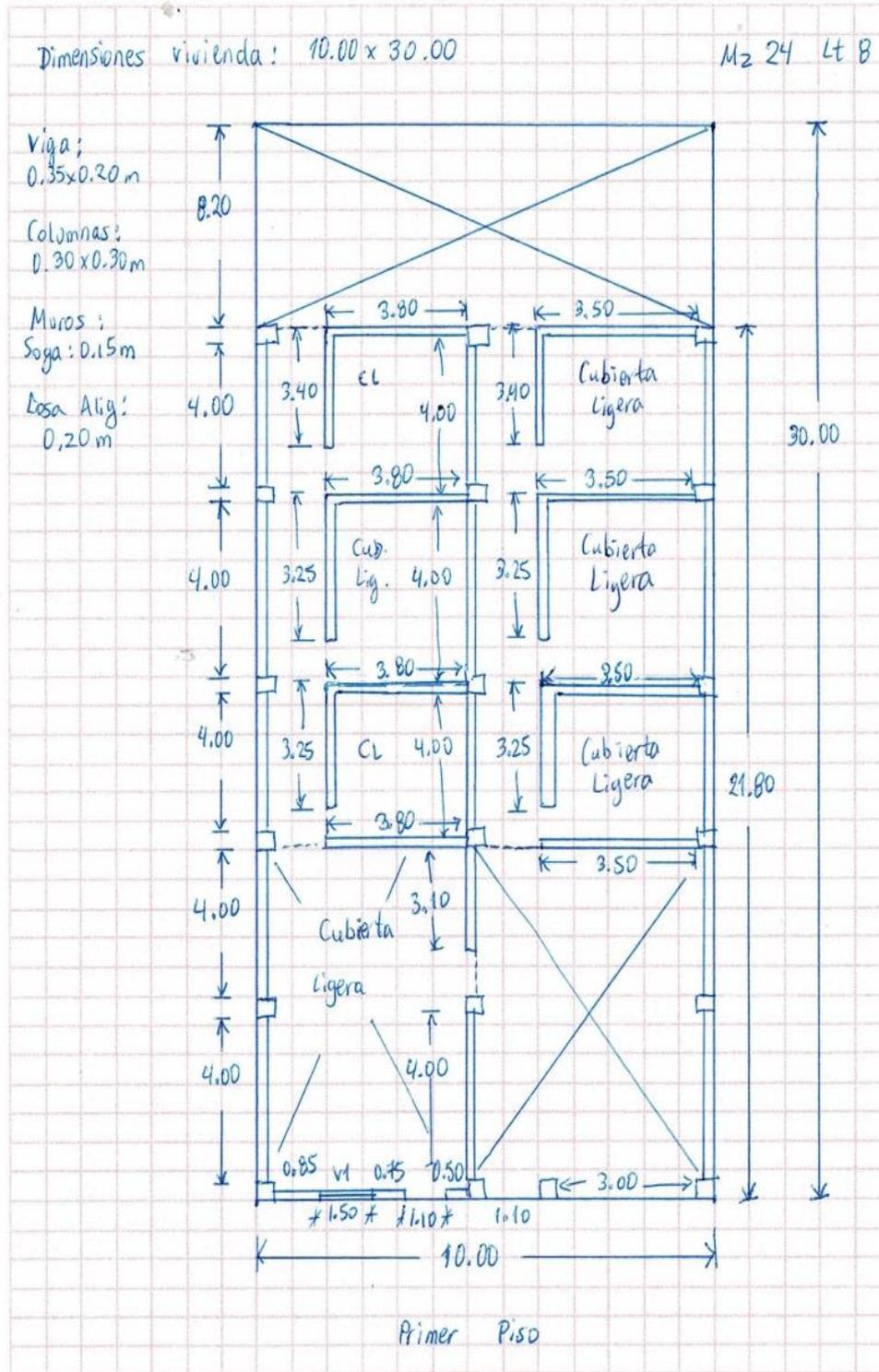
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 38.24, la vivienda ubicada en la Mz. 24 Lt. 8 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 24 Lt. 8.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S2 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S2.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.21 | $ID = 4 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0227 I_{vn}^2 - 0.0114 I_{vn} + 4.6832$ |
| Ocasional | 0.25 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0003 I_{vn}^3 + 0.0295 I_{vn}^2 + 0.0096 I_{vn} + 10.831$ |
| Raro | 0.47 | $ID = 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0669 I_{vn}^2 + 0.1254 I_{vn} + 44.646$ |
| Muy Raro | 0.56 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0012 I_{vn}^3 + 0.0822 I_{vn}^2 + 0.1728 I_{vn} + 58.479$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 38.24$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 24 Lt. 8.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 24 Lt. 8.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.21 | ID = 34.80 | Fuerte |
| Ocasional | 75 años | 0.25 | ID = 50.38 | Fuerte |
| Raro | 475 años | 0.47 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.56 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m2) = 218.00m2
- **P** = Porcentaje para depreciación = 90%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 51 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Malo (4 en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m2) = 464.25 S/. /m2

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m2 para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 24 Lt. 8.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 218.00 \times 464.25 (1 - 90/100)$$

$$VE = S/ 10,120.65 \text{ (DIEZ MIL CIENTO VEINTE SOLES CON SESENTA Y CINCO CENTÉSIMOS)}$$

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 24 Lt. 8 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 24 Lt. 8 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 34.80 | S/ 10,120.65 | S/ 3,522.27 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 50.38 | S/ 10,120.65 | S/ 5,098.73 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 10,120.65 | S/ 10,120.65 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 10,120.65 | S/ 10,120.65 |

25. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 25 LT 14, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 25 Lt. 14, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 25 Lt. 14.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi |
|--|--------------------------------------|----------------------------|----|----|----|---------|----------------|
| | | A | B | C | D | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 1.25 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 37.50 |
| 4 | Posición del edificio y | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 3.75 |
| | Cimentación. | | | | | | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 15.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | 126.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | 33.01 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo | |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Pablo Roberto De Paz Castillo
 DNI: 32 8305 40
 MZ: 25 LITE: 14
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1990 (33 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): Vivienda unifamiliar - tipo C - 1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 ÁREA DE TERRENO (m²): 5.00 x 30.00 m (150 m²)
 hn: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 2.70 m
 AP: ÁREA DE PLANTA TÍPICA (m²): 3.00 x 26.10 m (130.50 m²)
 NUMERO DE PISOS (N): 1
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.70 m
 FACTOR DE ZONA SÍSMICA (Z): 24 - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S2 - 1.05
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: "B" - Vivienda Incipiente



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

$t = \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3
 -h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.70, t(m) >= 0.13
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.15 - 0.12
 -Conclusión: Poco menos del 50% del total de los muros cumplen con el espesor mínimo efectivo

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro:

$\sigma_{m1} = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f_m$
 Donde f_m (Tn/m²) = 35 Kg/cm² = 350 Tn/m² Ladrillo King Kong Artesanal
 -Conclusión: Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$\frac{\sum L_i \cdot Z_i \cdot S \cdot N}{A_p} \geq 56$
 Arcada Cortados Muros Reforzados / Arcada de Planta Típica
 -Conclusión: No se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$ se dice que:
 -Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 • La resistencia al corte (V_{mi}) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:
 $V_{mi} = 0.5 v_m \cdot a \cdot l \cdot L + 0.23 P_i$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_{mi} = 0.35 v_m \cdot a \cdot l \cdot L + 0.23 P_i$ Para Unidades Silico-calcáreas Ladrillo King Kong Artesanal
 Donde v_m (Tn/m²) = 5.1 Kg/cm² = 51 Tn/m²
 • Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_i \leq 0.55 V_{mi}$ = Fuerza Cortante Admisible
 donde: " V_i " es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y " V_{mi} " es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.
 -Conclusión: No se cumple la resistencia al corte en la dirección del eje X.

3.5. Calificación:

| | |
|---|---|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

H2 25 Lt 14

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|---|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diaframas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 4,00 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.15 m

-L/S= 26.67

| | |
|----------|---------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:

$\beta_1 = a/L = 0.19$ $\beta_2 = b/L = \text{no presenta}$

| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

9. TIPO DE CUBIERTA:

| | |
|----------|---|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de amostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:

$T = \text{no presenta}$ $H = \text{no presenta}$

$RL = \frac{H-T}{H} = \text{no presenta}$ $\frac{\Delta A}{A} = 0\%$

| | |
|----------|---|
| A | $RL > 0.66$; $+\Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq +\Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq +\Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $+\Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|----------|---|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diaframas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |



METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS



TESIS:

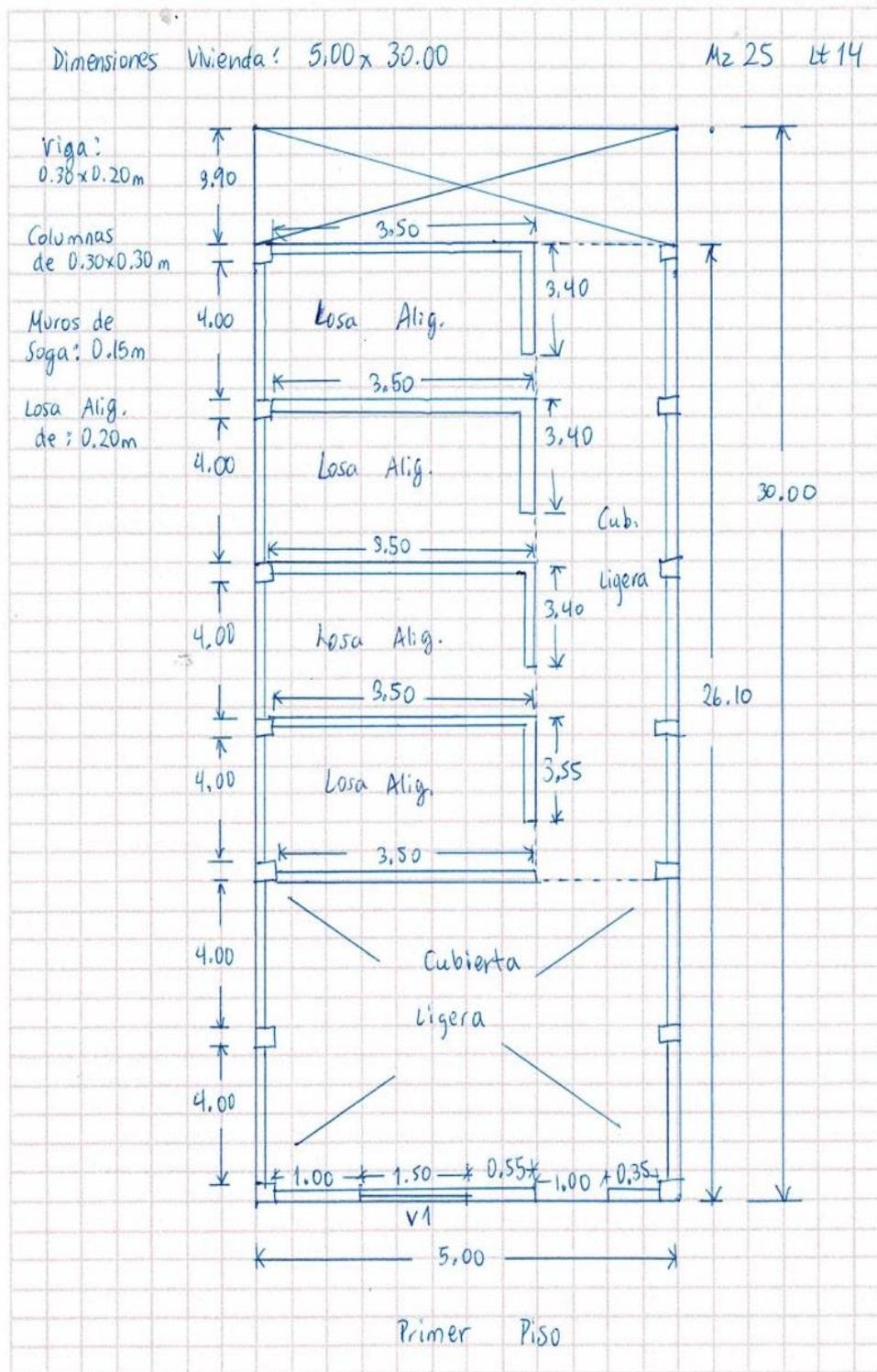
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 33.01, la vivienda ubicada en la Mz. 25 Lt. 14 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 25 Lt. 14.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S2 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S2.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.21 | $ID = 4 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0227 I_{vn}^2 - 0.0114 I_{vn} + 4.6832$ |
| Ocasional | 0.25 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0003 I_{vn}^3 + 0.0295 I_{vn}^2 + 0.0096 I_{vn} + 10.831$ |
| Raro | 0.47 | $ID = 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0669 I_{vn}^2 + 0.1254 I_{vn} + 44.646$ |
| Muy Raro | 0.56 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0012 I_{vn}^3 + 0.0822 I_{vn}^2 + 0.1728 I_{vn} + 58.479$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 33.01$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 25 Lt. 14.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 25 Lt. 14.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.21 | ID = 26.59 | Considerable |
| Ocasional | 75 años | 0.25 | ID = 39.62 | Fuerte |
| Raro | 475 años | 0.47 | ID = 97.58 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.56 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 130.50 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 26%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 33 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Bueno (“B” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrin).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 719.39 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 25 Lt. 14.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 130.50 \times 719.39 (1 - 26/100)$$

VE = S/ 69,471.49 (SESENTA Y NUEVE MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y UN SOLES CON CUARENTA Y NUEVE CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 25 Lt. 14 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 25 Lt. 14 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|--------------------------------|--------------------------------|--|--|---|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 26.59 | S/ 69,471.49 | S/ 18,474.41 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 39.62 | S/ 69,471.49 | S/ 27,524.43 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 97.58 | S/ 69,471.49 | S/ 67,789.05 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 69,471.49 | S/ 69,471.49 |

26. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 26 LT 4, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 26 Lt. 4, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 26 Lt. 4.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi | |
|--|---|----------------------------|----|----|----|------------|-------------------|--------|
| | | A | B | C | D | | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 1.25 | |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 7.50 | |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 3.75 | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 45.00 | |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 12.50 | |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 | |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 | |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 | |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 | |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | | 131.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | | 34.31 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|---|--|--|
| | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |
| RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | | |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Isidro Reyes Chirinos
 DNI: 32 3699736
 MZ: 26 LTE: 4
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1983 (40 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): vivienda unifamiliar - Tipo C - 1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: albañilería confinada
 AREA DE TERRENO (m2): 10.00 x 25.00m (250 m2)
 hr: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 2.80m
 AP: AREA DE PLANTA TÍPICA (m2): 10.00 x 18.00m (180 m2)
 NUMERO DE PISOS (N): 2
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.80m
 FACTOR DE ZONA SÍSMICA (Z): 24 - 0.43g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S2 - 1.05
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: "B" - Vivienda Incipiente



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "entendada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t": $t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3
 -h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.80, $t(m) \geq$ 0.14
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.15
 -Conclusión: la mayoría de muros cumplen el espesor efectivo

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: " σ_m " Ladrillo King Kong Artesanal

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f_m$$
 , Donde f_m (Tn/m²) = 35 kg/cm² = 350 Tn/m²
 -Conclusión: ambos ejes de la edificación cumple esfuerzo axial máximo

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$$\frac{\sum L_i \cdot Z_i \cdot U_i \cdot N}{A_p} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$
 -Conclusión: En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en toda la edificación.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:
 • Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$

-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 • La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:

$$V_m = 0.5 v_m \cdot a \cdot t \cdot L + 0.23 P_f$$
 Para Unidades de arcilla y de concreto

$$V_m = 0.35 v_m \cdot a \cdot t \cdot L + 0.23 P_f$$
 Para Unidades Silico-calcareas Ladrillo King Kong Artesanal

, Donde v_m (Tn/m²) = 5.1 kg/cm² = 51 Tn/m²
 • Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

$$V_f \leq 0.55 V_m = \text{Fuerza Cortante admisible}$$
 donde: " V_f " es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y " V_m " es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería

-Conclusión: En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte del edificio.

3.5. Calificación:

| | |
|---|---|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

| | | |
|--|--|-----------|
| | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo | M2 26 Lt4 |

| 5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES: | |
|-----------------------------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

| 8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS: | |
|---|----------------------------|
| -L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: | 3.00 m |
| -S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): | 0.5 m |
| -L/S= | 20 |
| A | Edificio con L/S < 15 |
| B | Edificio con 15 ≤ L/S < 18 |
| C | Edificio con 18 ≤ L/S < 25 |
| D | Edificio con L/S ≥ 25 |

| 6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA: | |
|---|--|
| <p> $a = 10.00m$ $L = 18.00m$ $\beta_1 = a/L = 0.55$ $\beta_2 = b/L = \text{no presenta}$ </p> | |
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

| 9. TIPO DE CUBIERTA: | |
|----------------------|--|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de armostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Etemit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

| 7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN: | |
|--|--|
| <p> $T = \text{no presenta}$ $H = \text{no presenta}$ $RL = \frac{H-T}{H} = \text{no presenta}$ $\frac{\Delta A}{A} \approx 0\%$ </p> | |
| A | $RL > 0.66$; $\pm \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq \pm \Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq \pm \Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $\pm \Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

| 10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES: | |
|---------------------------------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

| 11. ESTADO DE CONSERVACIÓN: | |
|-----------------------------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

TESIS:

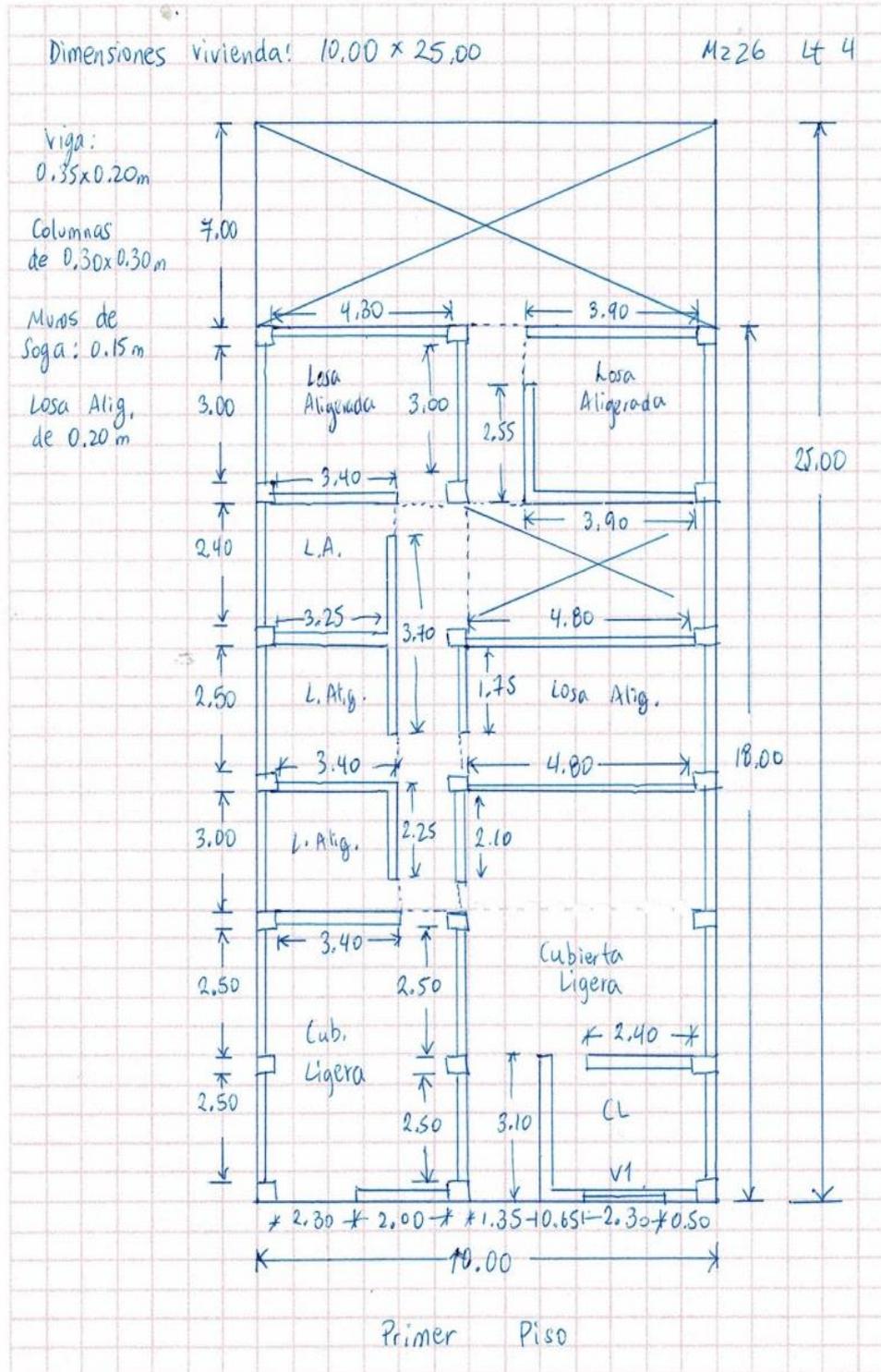
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 34.31, la vivienda ubicada en la Mz. 26 Lt. 4 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 26 Lt. 4.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S2 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S2.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.21 | $ID = 4 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0227 I_{vn}^2 - 0.0114 I_{vn} + 4.6832$ |
| Ocasional | 0.25 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0003 I_{vn}^3 + 0.0295 I_{vn}^2 + 0.0096 I_{vn} + 10.831$ |
| Raro | 0.47 | $ID = 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0669 I_{vn}^2 + 0.1254 I_{vn} + 44.646$ |
| Muy Raro | 0.56 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0012 I_{vn}^3 + 0.0822 I_{vn}^2 + 0.1728 I_{vn} + 58.479$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 34.31$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 26 Lt. 4.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 26 Lt. 4.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.21 | ID = 28.48 | Considerable |
| Ocasional | 75 años | 0.25 | ID = 42.09 | Fuerte |
| Raro | 475 años | 0.47 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.56 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 180.00 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 41%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 40 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Regular (“C” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 593.27 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 26 Lt. 4.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 180.00 \times 593.27 (1 - 41/100)$$

$$VE = S/ 63,005.27 \text{ (SESENTA Y TRES MIL CINCO SOLES CON VEINTISIETE CENTÉSIMOS)}$$

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 26 Lt. 4 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 26 Lt. 4 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 28.48 | S/ 63,005.27 | S/ 17,946.86 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 42.09 | S/ 63,005.27 | S/ 26,520.24 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 63,005.27 | S/ 63,005.27 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 63,005.27 | S/ 63,005.27 |

27. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 27 LT 17, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 27 Lt. 17, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 27 Lt. 17.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi | |
|--|--------------------------------------|----------------------------|----------|-----------|-----------|---------|----------------|--------------|
| | | A | B | C | D | | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 20.00 | |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 | |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 37.50 | |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 3.75 | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 12.50 | |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 | |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 | |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 | |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 45.00 | |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | | 166.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | | 43.46 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|------------------------------------|
| | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Virginia Narro Contreras
 DNI: 32 84 79 88
 MZ: 27 LTE: 17
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1973 (50 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): Vivienda unifamiliar - Tipo C - I.D
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 AREA DE TERRENO (m2): 10.00 x 30.00m (300 m2)
 hn: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 2.75m
 AP: AREA DE PLANTA TÍPICA (m2): 10.00 x 23.10m (231 m2)
 NUMERO DE PISOS (N): 1
 ht: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.75m
 FACTOR DE ZONA SÍSMICA (Z): 34 - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S2 - 1.05
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: 100% - vivienda incipiente



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarré entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "entendada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|---|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarré que indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarré, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarré, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarré, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

$t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3
 -h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.75 t(m) >= 0.13
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13
 -Conclusión: Poco menos de la mitad de muros cumplen el espesor efectivo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"

$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f' m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f' m$ Ladrillo de concreto
 Donde f_m (Tn/m²) = 74 kg/cm² = 740 Tn/m²
 -Conclusión: Menos del 50% del total de muros en ambos ejes cumplen el esfuerzo axial máx.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$\frac{\text{Área de Cortados Muros Reforzados} \sum L_i \cdot Z_i \cdot S_i \cdot N}{\text{Área de la Planta Típica} \cdot A_p} \geq \frac{2 \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$
 -Conclusión: No se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "T" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:
 $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$
 -Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 • La resistencia al corte (V_c) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:
 $V_c = 0.5 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_c$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_c = 0.35 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_c$ Para Unidades Silico-calcáreas Ladrillo de concreto
 Donde v_m (Tn/m²) = 8.6 kg/cm² = 86 Tn/m²

• Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

$V_c \leq 0.55 V_c = \text{Fuerza Cortante Admisible}$
 donde: "V_c" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "V_c" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

-Conclusión: No se cumple la resistencia al corte del edificio en la dirección del eje X.

3.5. Calificación:

| | |
|---|---|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

M27 Lt 17

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

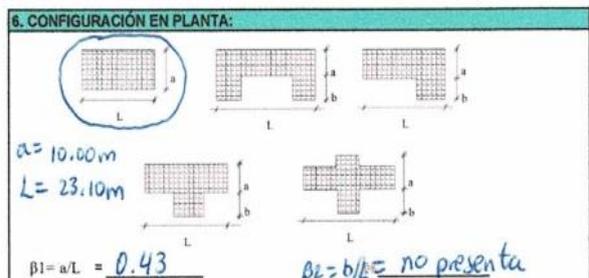
-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: **4.00 m**

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): **0.13 m**

-L/S= **30.77**

| | |
|----------|---------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:



$\beta_1 = a/L = 0.43$ $\beta_2 = b/L = \text{no presenta}$

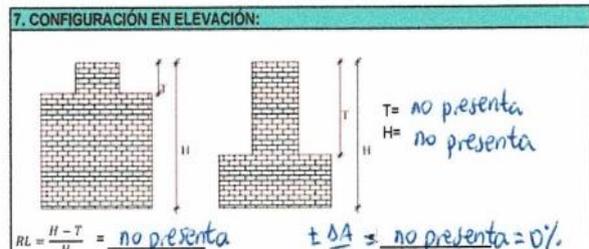
| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

9. TIPO DE CUBIERTA:

La edificación presenta las siguientes características:
1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas.
2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc).
3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostamiento en las vigas.

| | |
|----------|---|
| A | Edificio que cumple con las características presentadas en la clase A. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Etemit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:



$T = \text{no presenta}$
 $H = \text{no presenta}$
 $RL = \frac{H-T}{H} = \text{no presenta}$ $t \frac{DA}{A} = \text{no presenta} = 0\%$

| | |
|----------|--|
| A | $RL > 0.66$; $\pm \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq \pm \Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq \pm \Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $\pm \Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

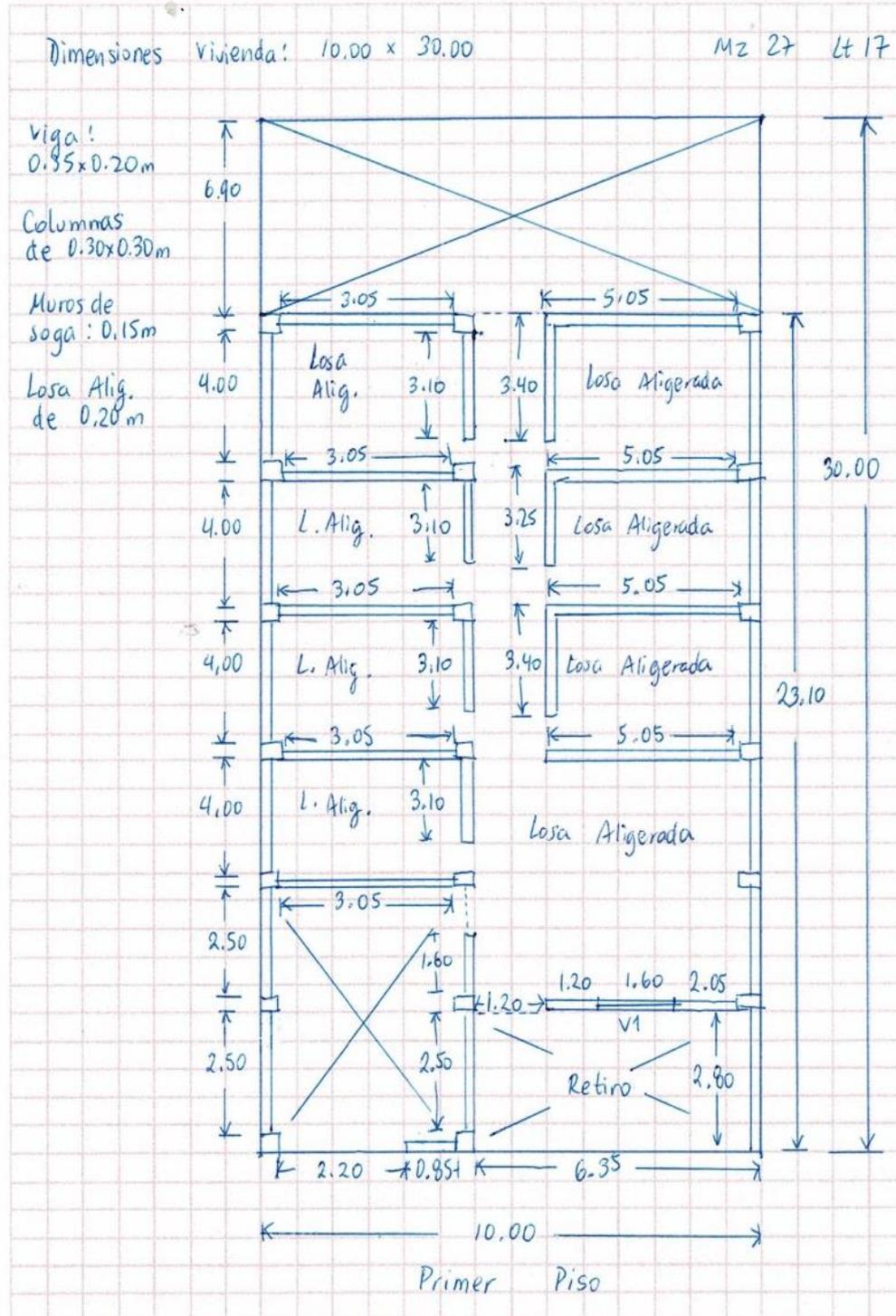
10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 43.46, la vivienda ubicada en la Mz. 27 Lt. 17 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica ALTA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 27 Lt. 17.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S2 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S2.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.21 | $ID = 4 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0227 I_{vn}^2 - 0.0114 I_{vn} + 4.6832$ |
| Ocasional | 0.25 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0003 I_{vn}^3 + 0.0295 I_{vn}^2 + 0.0096 I_{vn} + 10.831$ |
| Raro | 0.47 | $ID = 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0669 I_{vn}^2 + 0.1254 I_{vn} + 44.646$ |
| Muy Raro | 0.56 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0012 I_{vn}^3 + 0.0822 I_{vn}^2 + 0.1728 I_{vn} + 58.479$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 43.46$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 27 Lt. 17.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 27 Lt. 17.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.21 | ID = 44.92 | Fuerte |
| Ocasional | 75 años | 0.25 | ID = 63.76 | Severo |
| Raro | 475 años | 0.47 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.56 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 231.00 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 87%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 50 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Malo (4 en el parámetro 11 del método Benedetti- Pettrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 464.25 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 27 Lt. 17.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 231.00 \times 464.25 (1 - 87/100)$$

VE = S/ 13,941.43 (TRECE MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y UN SOLES CON CUARENTA Y TRES CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 27 Lt. 17 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 27 Lt. 17 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|--------------------------------|--------------------------------|--|--|---|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 44.92 | S/ 13,941.43 | S/ 6,263.07 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 63.76 | S/ 13,941.43 | S/ 8,888.70 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 13,941.43 | S/ 13,941.43 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 13,941.43 | S/ 13,941.43 |

28. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 28 LT 3, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 28 Lt. 3, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 28 Lt. 3.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi |
|--|--------------------------------------|----------------------------|----------|-----------|-----------|---------|----------------|
| | | A | B | C | D | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 20.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 1.25 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 7.50 |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 3.75 |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 15.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 45.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | 151.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | 39.54 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL, RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Manuel David Huado Rondo
 DNI: 32 82 3494
 MZ: 24 LTE: 3
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1972 (51 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar - tipo C - 1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería (con finada)
 AREA DE TERRENO (m2): 8.00 x 25.00 m (200 m2)
 hn: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 2.65 m
 AP: AREA DE PLANTA TIPICA (m2): 8.00 x 22.00 m (176 m2)
 NUMERO DE PISOS (N): 1
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.65 m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 24 - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S2 - 1.05
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: "B" - vivienda incipiente



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: -->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. -->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. -->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". -->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. -->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. -->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E -070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t": $t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3
 h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.65, t (m) = 0.13
 t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13
 -Conclusión: la mayoría de muros cumplen el espesor efectivo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: " σ_m " Ladrillo de concreto.

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f'_m \left[1 + \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f'_m$$
 Donde f'm (Tn/m2) = 44 kg/cm² = 440 Tn/m²
 -Conclusión: Menos del 35% del total de muros en ambos ejes cumplen el esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$$\text{Arco de Cortes de los Muros Reforzados} = \frac{\sum L_i \cdot Z_i \cdot S_i}{A_p \cdot 56}$$
 -Conclusión: Se cumple para ambas direcciones de análisis la densidad de muros.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:
 • Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$

Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 • La resistencia al corte (V_c) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:

$$V_c = 0.5 v'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_i$$
 Para Unidades de arcilla y de concreto

$$V_c = 0.35 v'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_i$$
 Para Unidades Silico-calcáreas Ladrillo de concreto.
 Donde v'm (Tn/m2) = 8.6 kg/cm² = 86 Tn/m²
 • Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

$$F_s \leq 0.55 V_c = F_{lim} \text{ Cor. tal re. admisible}$$
 donde " V_c " es la fuerza cortante producida por el sismo moderado en el muro en análisis y " F_s " es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.
 -Conclusión: Se cumple para ambas direcciones de análisis la resistencia al corte del edificio.

3.5. Calificación:

| | |
|---|---|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

ME 2B Lt 3

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 4.00 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.13 m

-L/S= 30.77

| | |
|----------|----------------------------|
| A | Edificio con L/S < 15 |
| B | Edificio con 15 ≤ L/S < 18 |
| C | Edificio con 18 ≤ L/S < 25 |
| D | Edificio con L/S ≥ 25 |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:

$a = 8.00m$
 $L = 22.00m$

$\beta_1 = a/L = 0.36$ $\beta_2 = b/L = \text{no presenta}$

| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

9. TIPO DE CUBIERTA:

La edificación presenta las siguientes características:
1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas.
2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc).
3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas.

| | |
|----------|--|
| A | Edificio que cumple con las características presentadas en la clase A. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:

$T = \text{no presenta}$
 $H = \text{no presenta}$

$RL = \frac{H-T}{H} = \text{no presenta}$ $\frac{\pm \Delta A}{A} = 0\%$

| | |
|----------|--|
| A | $RL > 0.66$; $\pm \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq \pm \Delta A/A \leq 20\%$ o la estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq \pm \Delta A/A \leq 50\%$ o la estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $\pm \Delta A/A \geq 50\%$ o la estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

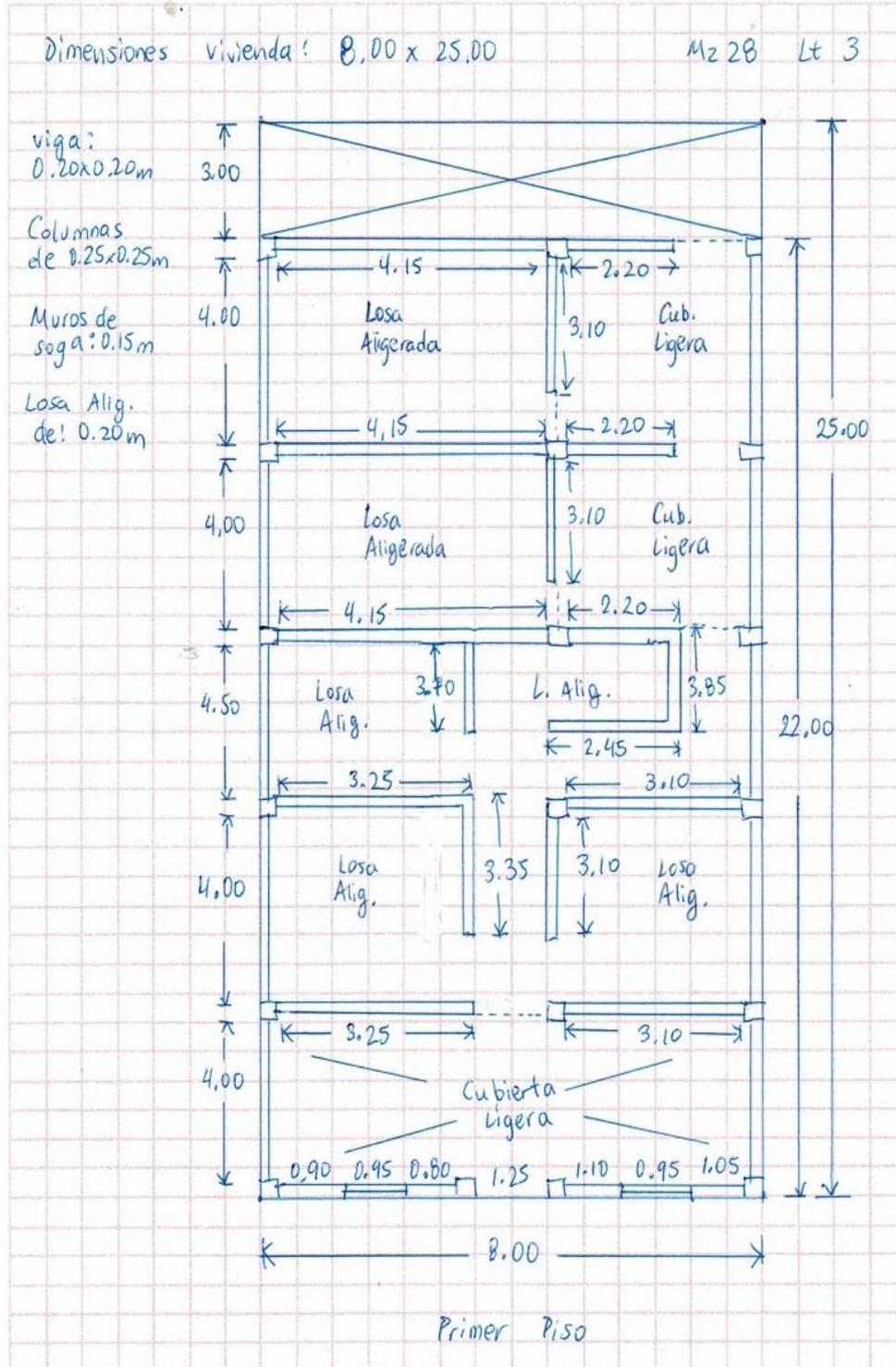
10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

EL PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 39.54, la vivienda ubicada en la Mz. 28 Lt. 3 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 28 Lt. 3.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S2 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S2.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.21 | $ID = 4 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0227 I_{vn}^2 - 0.0114 I_{vn} + 4.6832$ |
| Ocasional | 0.25 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0003 I_{vn}^3 + 0.0295 I_{vn}^2 + 0.0096 I_{vn} + 10.831$ |
| Raro | 0.47 | $ID = 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0669 I_{vn}^2 + 0.1254 I_{vn} + 44.646$ |
| Muy Raro | 0.56 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0012 I_{vn}^3 + 0.0822 I_{vn}^2 + 0.1728 I_{vn} + 58.479$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 39.54$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 28 Lt. 3.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 28 Lt. 3.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.21 | ID = 37.14 | Fuerte |
| Ocasional | 75 años | 0.25 | ID = 53.46 | Fuerte |
| Raro | 475 años | 0.47 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.56 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 176.00 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 90%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 51 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Malo (4 en el parámetro 11 del método Benedetti- Pettrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 464.25 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 28 Lt. 3.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 176.00 \times 464.25 (1 - 90/100)$$

$$VE = S/ 8,170.80 \text{ (OCHO MIL CIENTO SETENTA SOLES CON OCHENTA CENTÉSIMOS)}$$

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 28 Lt. 3 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 28 Lt. 3 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 37.14 | S/ 8,170.80 | S/ 3,034.64 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 53.46 | S/ 8,170.80 | S/ 4,367.91 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 8,170.80 | S/ 8,170.80 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 8,170.80 | S/ 8,170.80 |

29. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 28A LT 10, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 28A Lt. 10, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 28A Lt. 10.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi | |
|--|---|--------------------------|----|----|----|------------|-------------------|-------|
| | | A | B | C | D | | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 1.25 | |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 7.50 | |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 3.75 | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 45.00 | |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 12.50 | |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 | |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 15.00 | |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 | |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki*Wi$ | | | | | | 96.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv/382.5)$ | | | | | | 25.16 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | | |
|--|--|---------|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | | |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: | Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Pedro Dammer Melendez Hoyos
 DNI: 32 96 59 30
 MZ: 28A LTE: 10
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1983 (40 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): Vivienda unifamiliar - tipo C - 1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 AREA DE TERRENO (m2): 6.20 x 15.00m (93 m2)
 In: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 3.00m
 AP: AREA DE PLANTA TÍPICA (m2): 6.20 x 15.00 (93 m2)
 NUMERO DE PISOS (N): 1
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.80
 FACTOR DE ZONA SÍSMICA (Z): 24 - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S2 - 1.05
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: "C" - vivienda en consolidación media



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E -070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

$t = \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3
 -h: Altura promedio de Entrepioso (m): 2.80, t(m) = 0.14
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.15
 -Conclusión: la mayoría de muros cumplen espesor efectivo

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"

$\sigma_m = \frac{P_m}{L_e t} = 0.27 m \left[1 + \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f'_m$ Ladrillo, King Kong Artesanal
 Donde f_m (Tn/m²) = 35 Kg/cm² = 350 Tn/m²
 -Conclusión: Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máx.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$\frac{\text{Aracada Cortados Muros Reforzados}}{\text{Aracada Planta Típica}} \geq \sum \frac{L_i}{Z U S N} \geq 56$
 -Conclusión: No se cumple la densidad mínima de muros en el eje X.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entpiso Y y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:
 $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$
 -Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 • Para todos los muros de albañilería se calculará en cada entpiso mediante las siguientes expresiones:
 $V_m = 0.5 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_r$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_m = 0.35 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_r$ Para Unidades Silico-calcáreas Ladrillo King Kong Artesanal
 Donde v_m (Tn/m²) = 5.1 Kg/cm² = 51 Tn/m²
 • Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entpiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte.
 $V_i \leq 0.55 V_m$ - Fuerza Cortante Admisible
 donde "V_i" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "V_m" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería

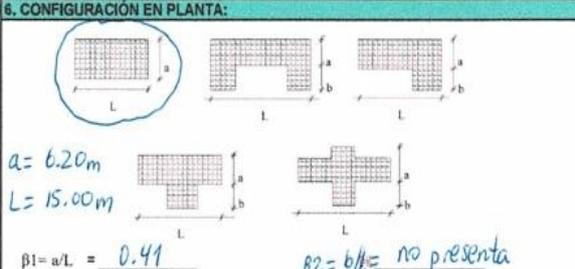
-Conclusión: No se cumple la resistencia al corte en la dirección X.

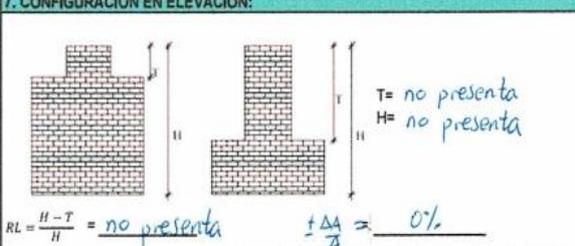
3.5. Calificación:

| | |
|---|---|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

| | | |
|--|--|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |
| M2 28A Lt 10 | | |

| 5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES: | |
|-----------------------------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

| 6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA: | |
|--|--|
|  | |
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

| 7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN: | |
|---|---|
|  | |
| A | $RL > 0.66$; $+\Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq +\Delta A/A \leq 20\%$ o la estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq +\Delta A/A \leq 50\%$ o la estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $+\Delta A/A \geq 50\%$ o la estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

| 8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS: | |
|---|---------------------------------|
| -L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: | 3.00 m |
| -S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): | 0.15 m |
| -L/S= | 20 |
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

| 9. TIPO DE CUBIERTA: | |
|----------------------|---|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Etermit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

| 10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES: | |
|---------------------------------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

| 11. ESTADO DE CONSERVACIÓN: | |
|-----------------------------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |



METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS:

"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

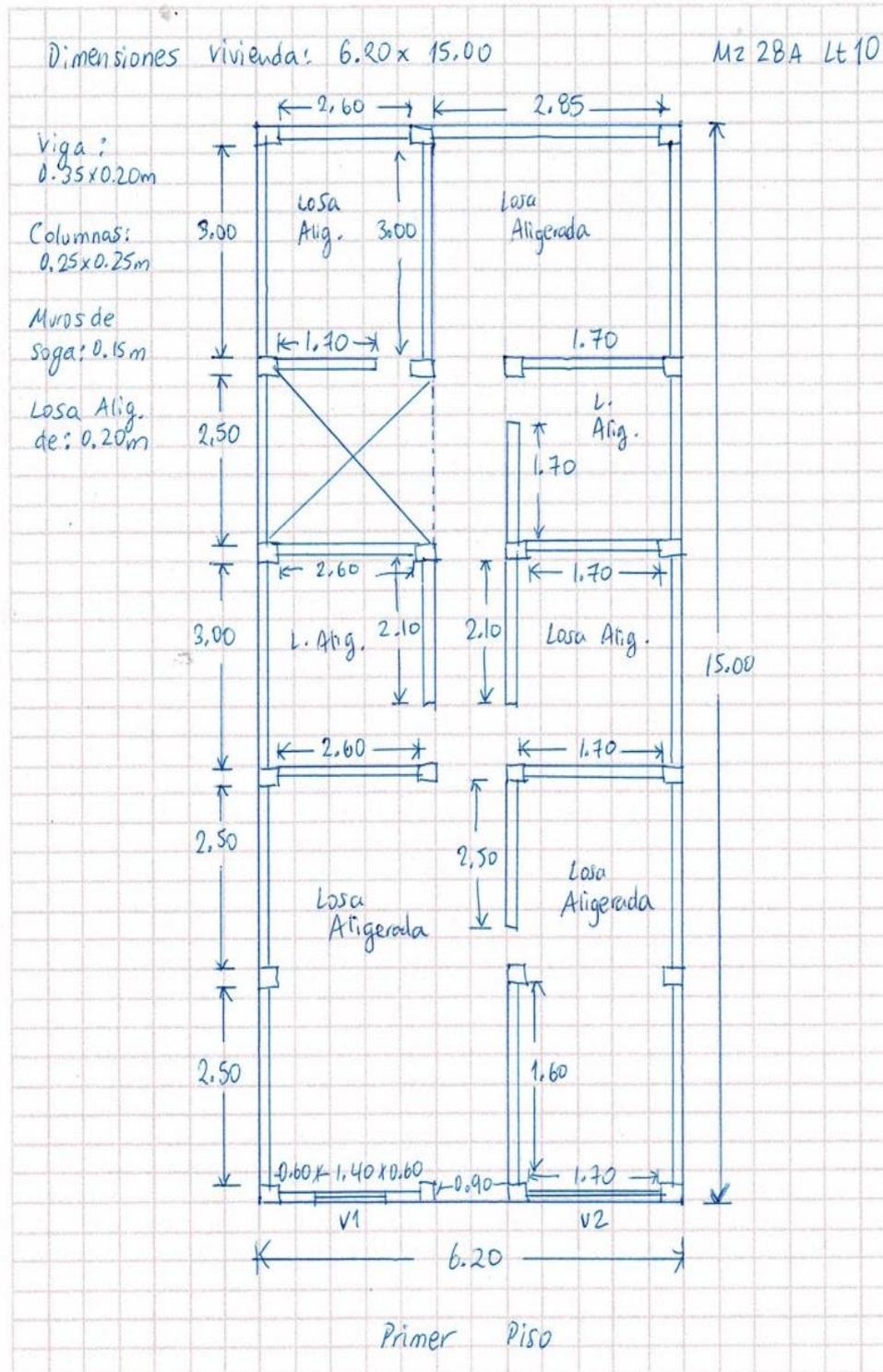


AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 25.16, la vivienda ubicada en la Mz. 28A Lt. 10 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 28A Lt. 10.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S2 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S2.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.21 | $ID = 4 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0227 I_{vn}^2 - 0.0114 I_{vn} + 4.6832$ |
| Ocasional | 0.25 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0003 I_{vn}^3 + 0.0295 I_{vn}^2 + 0.0096 I_{vn} + 10.831$ |
| Raro | 0.47 | $ID = 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0669 I_{vn}^2 + 0.1254 I_{vn} + 44.646$ |
| Muy Raro | 0.56 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0012 I_{vn}^3 + 0.0822 I_{vn}^2 + 0.1728 I_{vn} + 58.479$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 25.16$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 28A Lt. 10.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 28A Lt. 10.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.21 | ID = 17.19 | Considerable |
| Ocasional | 75 años | 0.25 | ID = 27.38 | Considerable |
| Raro | 475 años | 0.47 | ID = 78.24 | Severo |
| Muy Raro | 970 años | 0.56 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Calculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m2) = 93.00 m2
- **P** = Porcentaje para depreciación = 21%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 40 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Muy Bueno (“A” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m2) = 746.45 S/. /m2

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m2 para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 28A Lt. 10.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 93.00 \times 746.45 (1 - 21/100)$$

VE = S/ 54,841.68 (CINCUENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y UN SOLES CON SESENTA Y OCHO CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 28A Lt. 10 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 28A Lt. 10 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|--------------------------------|--------------------------------|--|--|---|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 17.19 | S/ 54,841.68 | S/ 9,425.63 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 27.38 | S/ 54,841.68 | S/ 15,014.27 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 78.24 | S/ 54,841.68 | S/ 42,907.22 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 54,841.68 | S/ 54,841.68 |

30. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 29 LT 9, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 29 Lt. 9, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 29 Lt. 9.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi | |
|--|--------------------------------------|----------------------------|----------|-----------|-----------|---------|----------------|--------------|
| | | A | B | C | D | | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 20.00 | |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 | |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 37.50 | |
| 4 | Posición del edificio y | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 3.75 | |
| | Cimentación. | | | | | | | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 15.00 | |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 12.50 | |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 | |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 | |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 | |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 | |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 45.00 | |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | | 171.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | | 44.77 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|------------------------------------|
| | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Santas Torres Villegas
 DNI: 32 47 27 37
 MZ: 24 LTE: 4
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1974 (49 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar - Tipo C - 1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 AREA DE TERRENO (m2): 8.00 x 25.00m (200 m²)
 hn: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 2.50m
 AP: AREA DE PLANTA TIPICA (m2): 8.00 x 19.50m (156 m²)
 NUMERO DE PISOS (N): 1
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.50m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 24 - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S2 - 1.05
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: "B" - vivienda incipiente



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: -->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. -->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. -->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". -->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. -->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. -->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

$t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3

-h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.50, t(m) = 0.13
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.15
 -Conclusión: La mayoría de muros cumplen el espesor efectivo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"

$\sigma_m = \frac{P_m}{A_m} \leq 0.27 \cdot f_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f_m$

Donde f_m (Tn/m²) = 35 kg/cm² = 350 Tn/m² Ladrillo King Kong Artesanal
 -Conclusión: Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$\frac{\text{Área de Cortes de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \sum \frac{L_i}{A_p} \geq \frac{2U \cdot S \cdot N}{56}$

-Conclusión: No se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

- Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "T" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$

-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_{mi}) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:

$V_m = 0.5 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_m$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_m = 0.55 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_m$ Para Unidades Sílco-calcáreas Ladrillo King Kong Artesanal

Donde v_m (Tn/m²) = 5.1 kg/cm² = 51 Tn/m²
 * Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_c \leq 0.55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisible}$
 donde: "V_c" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "V_m" es la fuerza cortante asociada al esperimento diagonal de la albañilería

-Conclusión: No se cumple la resistencia al corte en la dirección del eje X.

3.5. Calificación:

| | |
|---|---|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo
 RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

M2 29 Lt 9

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 3.00 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.15 m

-L/S= 20

| | |
|----------|----------------------------|
| A | Edificio con L/S < 15 |
| B | Edificio con 15 ≤ L/S < 18 |
| C | Edificio con 18 ≤ L/S < 25 |
| D | Edificio con L/S ≥ 25 |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:

| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

9. TIPO DE CUBIERTA:

| | |
|----------|---|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:

| | |
|----------|--|
| A | $RL > 0.66$; $\pm \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq \pm \Delta A/A \leq 20\%$ o la estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq \pm \Delta A/A \leq 50\%$ o la estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $\pm \Delta A/A \geq 50\%$ o la estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

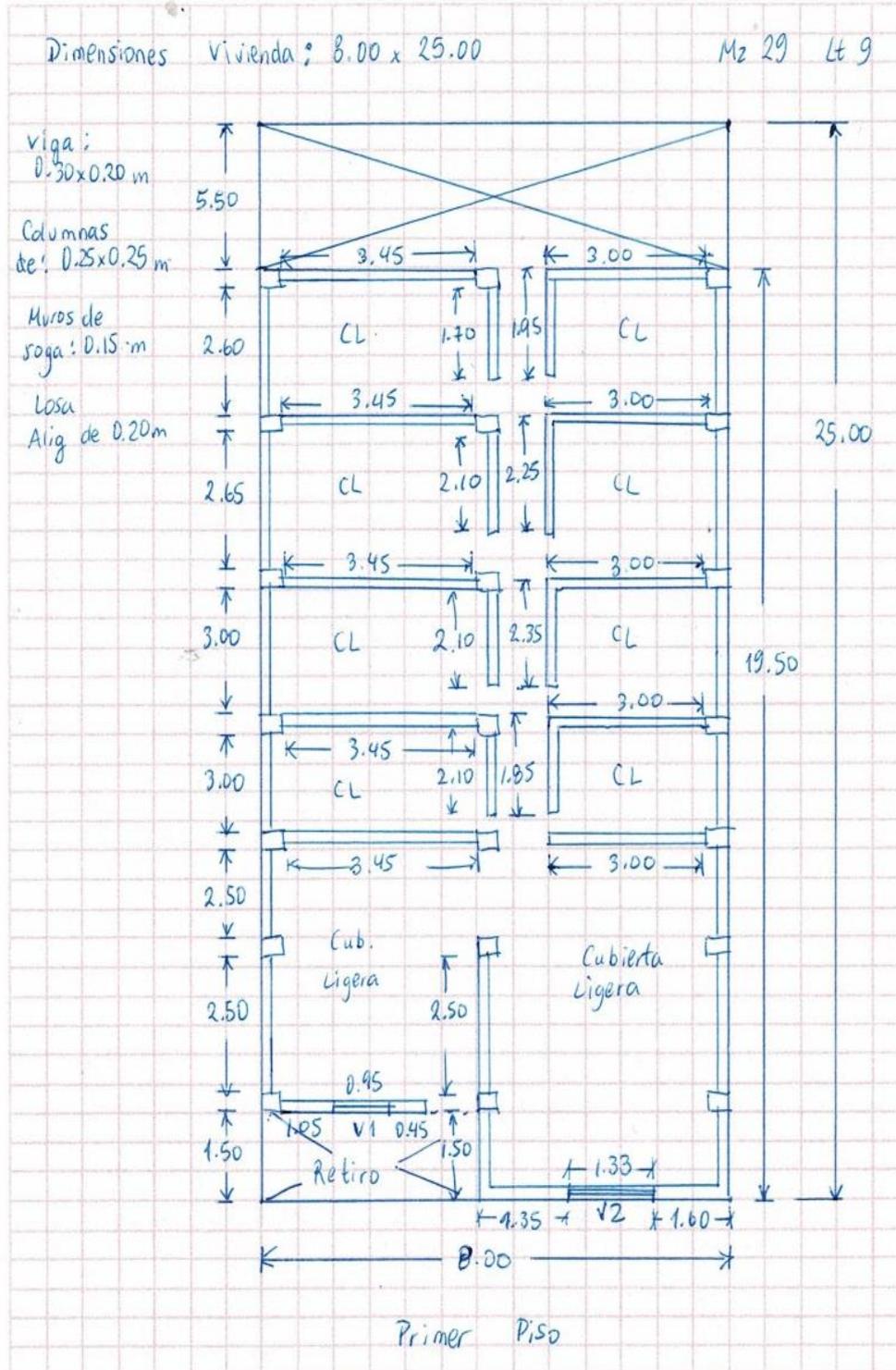
10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 44.77, la vivienda ubicada en la Mz. 29 Lt. 9 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica ALTA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 29 Lt. 9.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S2 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S2.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.21 | $ID = 4 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0227 I_{vn}^2 - 0.0114 I_{vn} + 4.6832$ |
| Ocasional | 0.25 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0003 I_{vn}^3 + 0.0295 I_{vn}^2 + 0.0096 I_{vn} + 10.831$ |
| Raro | 0.47 | $ID = 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0669 I_{vn}^2 + 0.1254 I_{vn} + 44.646$ |
| Muy Raro | 0.56 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0012 I_{vn}^3 + 0.0822 I_{vn}^2 + 0.1728 I_{vn} + 58.479$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 44.77$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 29 Lt. 9.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 29 Lt. 9.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.21 | ID = 47.80 | Fuerte |
| Ocasional | 75 años | 0.25 | ID = 67.58 | Severo |
| Raro | 475 años | 0.47 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.56 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 156.00 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 87%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 49 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Malo (4 en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 464.25 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 29 Lt. 9.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 156.00 \times 464.25 (1 - 87/100)$$

VE = S/ 9,414.99 (NUEVE MIL CUATROCIENTOS CATORCE SOLES CON NOVENTA Y NUEVE CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 29 Lt. 9 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 29 Lt. 9 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|--------------------------------|--------------------------------|--|--|---|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 47.80 | S/ 9,414.99 | S/ 4,500.10 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 67.58 | S/ 9,414.99 | S/ 6,362.37 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 9,414.99 | S/ 9,414.99 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 9,414.99 | S/ 9,414.99 |

31. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 29A LT 9, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 29A Lt. 9, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 29A Lt. 9.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi | |
|--|--------------------------------------|----------------------------|----|----|----|---------|----------------|--------|
| | | A | B | C | D | | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 | |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 7.50 | |
| 4 | Posición del edificio y | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 3.75 | |
| | Cimentación. | | | | | | | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 12.50 | |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 | |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 | |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 | |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 | |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 5.00 | |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | | 101.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | | 26.47 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | | |
|--|--|------------------------------------|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022" | | | |
| AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo | |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Maria Rodriguez Espejo
 DNI: 32 83 42 33
 MZ: 29 A LTE: 9
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1994 (29 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar (C) - 1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 AREA DE TERRENO (m²): 296.74 m²
 ht: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 5.20 m
 AP: AREA DE PLANTA TIPICA (m²): 1.40 x 21.15 m (29.61 m²)
 NUMERO DE PISOS (N): 2
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.50 m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 24 - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S2 - 1.05
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: "C" - vivienda en consolidación Media



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t": $t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3
 -h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.50, t(m) = 0.13
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13
 -Conclusión: La mayoría de muros cumplen el espesor efectivo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"
 $\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.15 f_m$
 Donde f_m (Tn/m²) = 44 Kg/cm² = 440 Tn/m²
 -Conclusión: Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:
 $\frac{A_{muro}}{A_p} \geq \frac{L \cdot Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$
 -Conclusión: En ambos pisos se cumple la densidad mínima de muros en ambas direcciones de análisis

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:
 $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$
 -Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 • La resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:
 $V_m = 0.5 v_m \cdot \alpha \cdot L + 0.23 P_i$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_m = 0.35 v_m \cdot \alpha \cdot L + 0.23 P_i$ Para Unidades Silico-calcáreas Ladrillo de concreto.
 Donde v_m (Tn/m²) = 8.6 Kg/cm² = 86 Tn/m²
 • Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_i \leq 0.55 V_{a,i}$ Fuerza Cortante Admisibles
 donde: "V_i" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "V_{a,i}" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.
 -Conclusión: En ambos pisos se cumple la resistencia al corte en ambas direcciones de análisis.

3.5. Calificación:

| | |
|---|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo *M229A Lt9*

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: *5.00 m*

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): *0.13 m*

-L/S= *38.46*

| | |
|----------|---------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:

a = 11.40
L = 27.15
 $\beta_1 = a/L = 0.54$
 $\beta_2 = b/L = \text{no presenta}$

| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

9. TIPO DE CUBIERTA:

La edificación presenta las siguientes características:
1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijaes y correas debidamente espaciadas.
2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc).
3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas.

| | |
|----------|---|
| A | Edificio que cumple con las características presentadas en la clase A. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Etemit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:

T = no presenta
H = no presenta
 $RL = \frac{H-T}{H} = \text{no presenta}$
 $\frac{\pm \Delta A}{A} = \frac{16 \cdot 0.17 - 241.11 \cdot 100\%}{241.17} = -33.57\%$

| | |
|----------|--|
| A | $RL > 0.66$; $\pm \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq \pm \Delta A/A \leq 20\%$ o la estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq \pm \Delta A/A \leq 50\%$ o la estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $\pm \Delta A/A \geq 50\%$ o la estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |



METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS:

"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

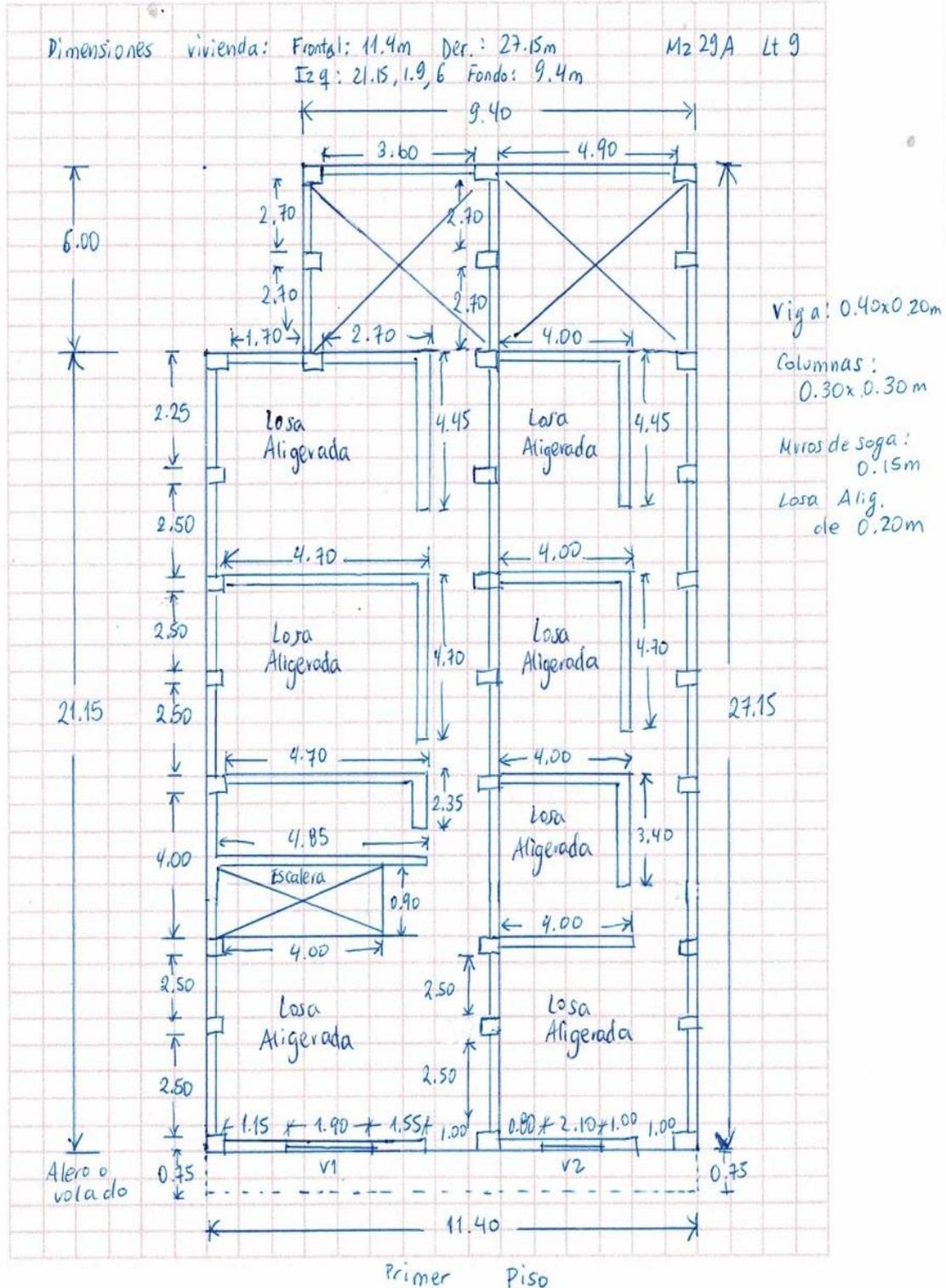


AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III PLANO DE DISTRIBUCIÓN





METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS:

"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

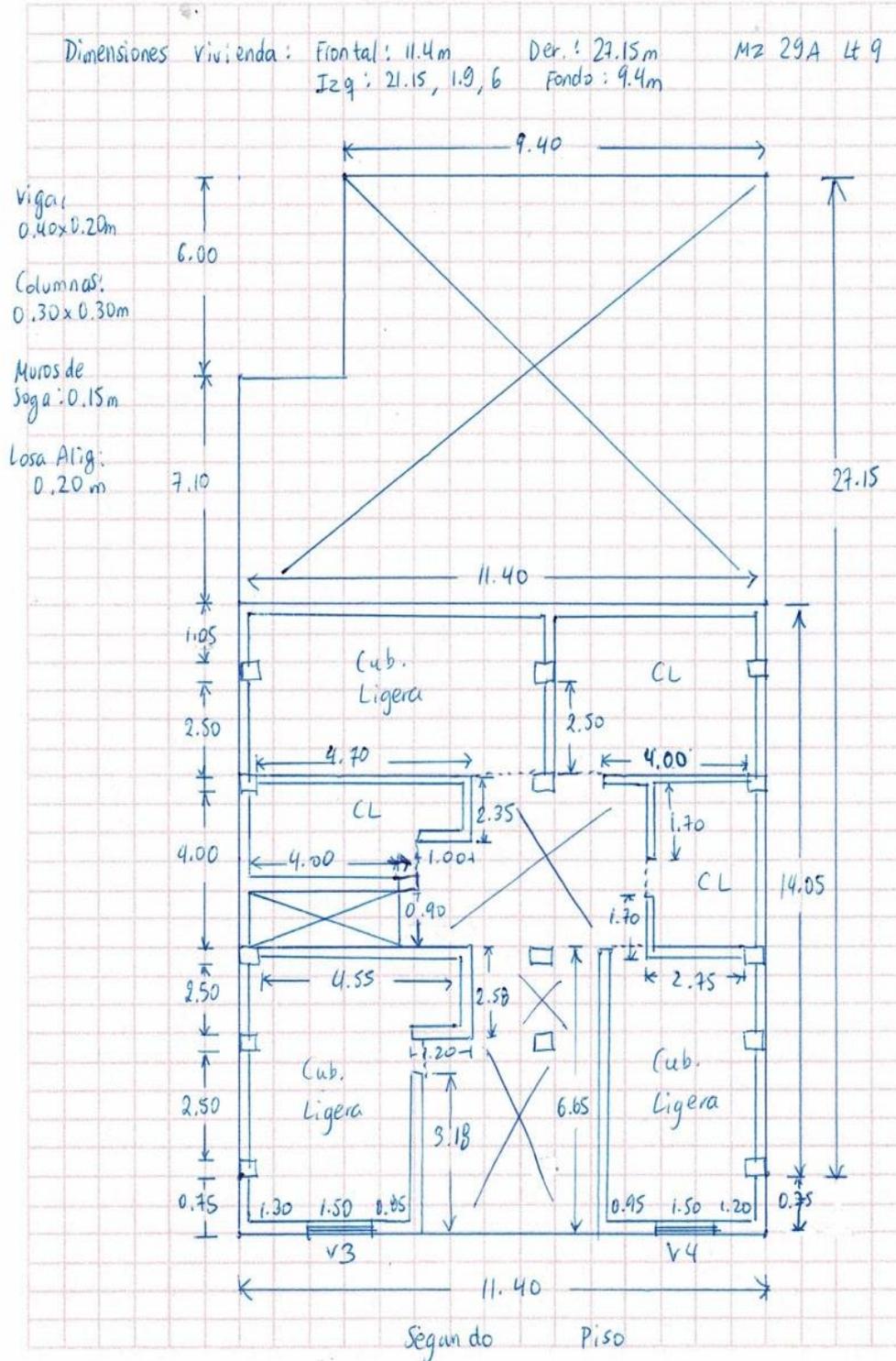


AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

EL PLANO DE DISTRIBUCION



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 26.47, la vivienda ubicada en la Mz. 29A Lt. 9 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 29A Lt. 9.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S2 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S2.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.21 | $ID = 4 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0227 I_{vn}^2 - 0.0114 I_{vn} + 4.6832$ |
| Ocasional | 0.25 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0003 I_{vn}^3 + 0.0295 I_{vn}^2 + 0.0096 I_{vn} + 10.831$ |
| Raro | 0.47 | $ID = 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0669 I_{vn}^2 + 0.1254 I_{vn} + 44.646$ |
| Muy Raro | 0.56 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0012 I_{vn}^3 + 0.0822 I_{vn}^2 + 0.1728 I_{vn} + 58.479$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 26.47$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 29A Lt. 9.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 29A Lt. 9.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.21 | ID = 18.54 | Considerable |
| Ocasional | 75 años | 0.25 | ID = 29.14 | Considerable |
| Raro | 475 años | 0.47 | ID = 81.20 | Severo |
| Muy Raro | 970 años | 0.56 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 482.22 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 23%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 29 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Bueno (“B” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 746.45 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 29A Lt. 9.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 482.22 \times 746.45 (1 - 23/100)$$

VE = S/ 277,163.90 (DOSCIENTOS SETENTA Y SIETE MIL CIENTO SESENTA Y TRES SOLES CON NOVENTA CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 29A Lt. 9 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 29A Lt. 9 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 18.54 | S/ 277,163.90 | S/ 51,390.28 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 29.14 | S/ 277,163.90 | S/ 80,757.33 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 81.20 | S/ 277,163.90 | S/ 225,067.27 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 277,163.90 | S/ 277,163.90 |

32. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 30 LT 14, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 30 Lt. 14, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 30 Lt. 14.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso | Parcial |
|--|--------------------------------------|----------------------------|----------|-----------|-----------|------|--------------|
| | | A | B | C | D | Wi | Ki* Wi |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 1.25 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 37.50 |
| 4 | Posición del edificio y | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 3.75 |
| | Cimentación. | | | | | | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 45.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | 176.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | 46.08 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | | |
|---|---|---------|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |  |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: | Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Carmen Rosa León Camacho
 DNI: 3278 8112
 MZ: 30 LITE: 14
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1983 (40 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar - Tipo C - 1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería (con hilada)
 AREA DE TERRENO (m2): 4.5 x 22.5m (101.25 m²)
 h: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACION (m): 2.70m
 AP: AREA DE PLANTA TIPICA (m2): 4.5 x 22.5m (101.25 m²)
 NUMERO DE PISOS (N): 1
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.70m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): Z4 = 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S2 - 1.05
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: 1^{ra} - Vivienda Incipiente



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "entendada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

Para las Zonas Sísmicas 2 y 3 $t \geq \frac{h}{20}$

-h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.70 ; t (m) = 0.13
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13
 -Conclusión: Poco más de la mitad de muros cumplen el espesor efectivo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"

$\sigma_m = \frac{P_m}{A_m} \leq 0.2f_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15f_m$ Ladrillo de concreto.

Donde f_m (Tn/m²) = 74 kg/cm² = 740 Tn/m²
 -Conclusión: Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen esfuerzo axial máximo

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$\sum L_x \geq \frac{Z U S N}{A_p}$

Arcade Cortados Muros Reforzados
 Arcada de Planta Típica

-Conclusión: Se cumplen en ambas direcciones de análisis la densidad mínima de muros.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso Y y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$

-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_{mi}) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:
 Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_m = 0.5 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_c$
 Para Unidades Silico-calcáreas Ladrillo de concreto.
 $V_m = 0.35 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_c$

Donde v_m (Tn/m²) = 8.6 kg/cm² = 86 Tn/m²

Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_c \leq 0.55 V_m = F_{muro} \text{ Cortante Admisibles}$
 donde "V_c" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "F_{muro}" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería

-Conclusión: No se cumple la resistencia al corte en la dirección X.

3.5. Calificación:

| | |
|---|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

UNSA UNSA INGENIERIA CIVIL

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

Me 30 Lt 14

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|-----|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| (D) | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

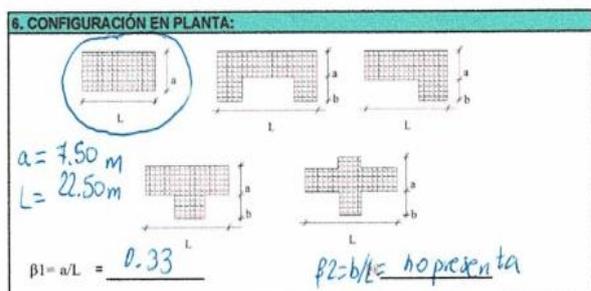
-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 4.30 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.13 m

-L/S= 33.077

| | |
|-----|---------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| (D) | Edificio con $L/S \geq 25$ |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:



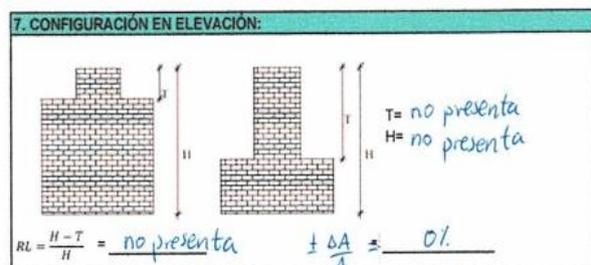
$a = 7.50 \text{ m}$
 $L = 22.50 \text{ m}$
 $\beta_1 = a/L = 0.33$
 $\beta_2 = b/L = \text{no presenta}$

| | |
|-----|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| (D) | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

9. TIPO DE CUBIERTA:

| | |
|-----|---|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (lirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostramiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| (C) | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Etemit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:



$T = \text{no presenta}$
 $H = \text{no presenta}$
 $RL = \frac{H-T}{H} = \text{no presenta}$
 $\frac{\Delta A}{A} = 0\%$

| | |
|-----|--|
| (A) | $RL > 0.66$; $\pm \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq \pm \Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq \pm \Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $\pm \Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|-----|--|
| (A) | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|-----|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| (C) | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

TESIS:

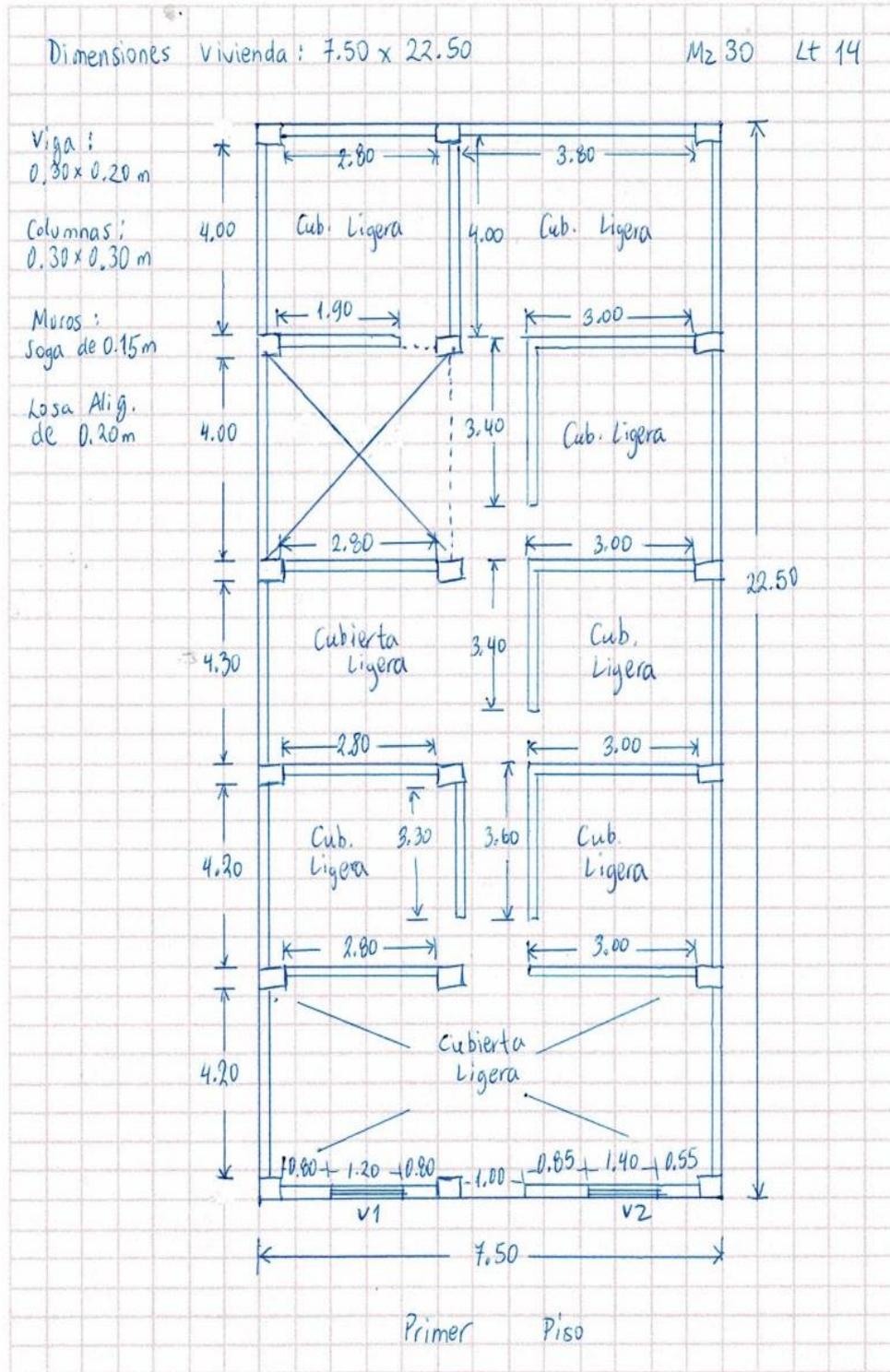
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCION



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 46.08, la vivienda ubicada en la Mz. 30 Lt. 14 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica ALTA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 30 Lt. 14.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S2 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S2.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.21 | $ID = 4 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0227 I_{vn}^2 - 0.0114 I_{vn} + 4.6832$ |
| Ocasional | 0.25 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0003 I_{vn}^3 + 0.0295 I_{vn}^2 + 0.0096 I_{vn} + 10.831$ |
| Raro | 0.47 | $ID = 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0669 I_{vn}^2 + 0.1254 I_{vn} + 44.646$ |
| Muy Raro | 0.56 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0012 I_{vn}^3 + 0.0822 I_{vn}^2 + 0.1728 I_{vn} + 58.479$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 46.08$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 30 Lt. 14.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 30 Lt. 14.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.21 | ID = 50.82 | Fuerte |
| Ocasional | 75 años | 0.25 | ID = 71.61 | Severo |
| Raro | 475 años | 0.47 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.56 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 166.50 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 41%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 40 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Regular (“C” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrin).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 593.27 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 30 Lt. 14.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 166.50 \times 593.27 (1 - 41/100)$$

VE = S/ 58,279.88 (CINCUENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS SETENTA Y NUEVE SOLES CON OCHENTA Y OCHO CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 30 Lt. 14 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 30 Lt. 14 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 50.82 | S/ 58,279.88 | S/ 29,618.06 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 71.61 | S/ 58,279.88 | S/ 41,732.12 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 58,279.88 | S/ 58,279.88 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 58,279.88 | S/ 58,279.88 |

33. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 31 LT 18, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 31 Lt. 18, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 31 Lt. 18.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi |
|--|--------------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|------------|-------------------|
| | | A | B | C | D | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 20.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 7.50 |
| 4 | Posición del edificio y | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 18.75 |
| | Cimentación. | | | | | | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 15.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | Iv = $\sum Ki*Wi$ | | | | | 131.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | Ivn = $100* (Iv/382.5)$ | | | | | 34.31 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Luis Renan Garcia Moreno
 DNI: 3285 0759
 MZ: 31 LTE: 16
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1980 (43 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): Vivienda Unifamiliar - Tipo C - 1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 AREA DE TERRENO (m2): 8.00 x 26.00 m (208 m2)
 hn: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 3.00 m
 AP: AREA DE PLANTA TÍPICA (m2): 8.00 x 22.00 m (176 m2)
 NUMERO DE PISOS (N): 1
 ht: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.80 m
 FACTOR DE ZONA SÍSMICA (Z): 24 - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: "8" - Vivienda incipiente



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E.070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

$t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3

-h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.80, t(m) = 0.14
 -Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13 - 0.15
 -Conclusión: Menos del 45% del total de muros en ambas direcciones cumplen con el espesor mínimo efectivo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f' m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f' m$$

Donde f_m (Tn/m²) = 74 kg/cm² = 740 t/m² Ladrillo de concreto
 -Conclusión: Menos del 75% de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$$\frac{\text{Arcade Cortados Muros Reforzados} \sum L_i \cdot Z_i \cdot S \cdot N}{\text{Arcade de Planta Típica} \cdot A_p \cdot 56}$$

-Conclusión: En ambas direcciones se cumple la densidad mínima de muros.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

- Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso Y y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que: $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$
- Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 - La resistencia al corte (F_c) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:

$$V_m = 0.5 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_f$$
 Para Unidades de arcilla y de concreto

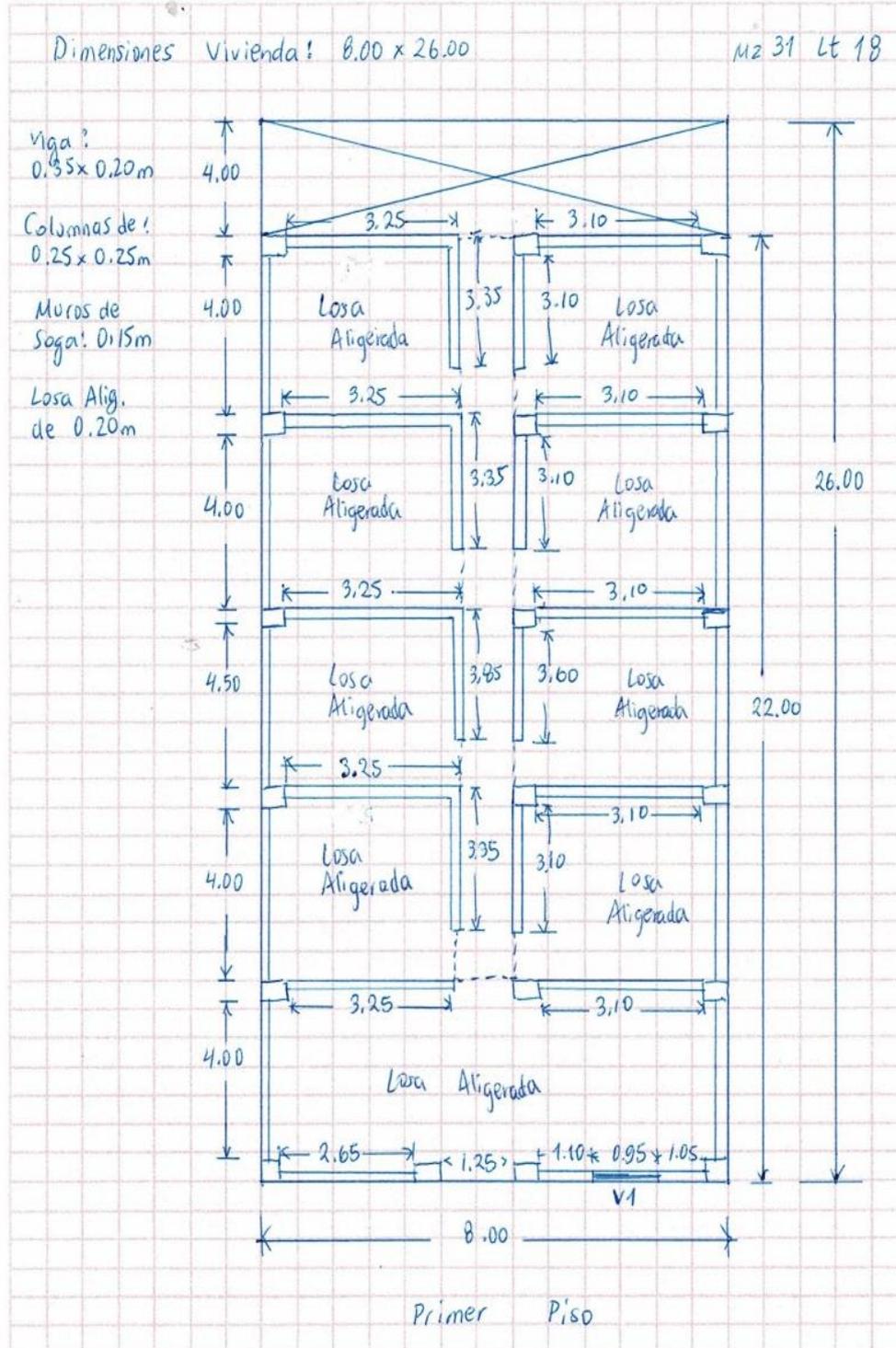
$$V_m = 0.35 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_f$$
 Para Unidades Silico-calceáreas Ladrillo de concreto
 - Donde v_m (Tn/m²) = 8.6 kg/cm² = 86 Tn/m²
 - Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte: $V_c \leq 0.55 V_m$ - Fuerza Cortante admisible
 donde "V_c" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "V_m" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

-Conclusión: Se cumple la resistencia al corte en las direcciones X e Y.

3.5. Calificación:

| | |
|---|---|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 34.31, la vivienda ubicada en la Mz. 31 Lt. 18 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 31 Lt. 18.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 34.31$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 31 Lt. 18.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 31 Lt. 18.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 33.59 | Fuerte |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 41.77 | Fuerte |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 176.00 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 44%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 43 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Regular (“C” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 593.27 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 31 Lt. 18.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 176.00 \times 593.27 (1 - 44/100)$$

VE = S/ 58,472.69 (CINCUENTA Y OCHO MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y DOS SOLES CON SESENTA Y NUEVE CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 31 Lt. 18 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 31 Lt. 18 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|--------------------------------|--------------------------------|--|--|---|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 33.59 | S/ 58,472.69 | S/ 19,639.87 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 41.77 | S/ 58,472.69 | S/ 24,425.44 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 58,472.69 | S/ 58,472.69 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 58,472.69 | S/ 58,472.69 |

34. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 32 LT 24, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 32 Lt. 24, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 32 Lt. 24.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi |
|--|--------------------------------------|--|----|-----------|-----------|---------|----------------|
| | | A | B | C | D | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 20.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 37.50 |
| 4 | Posición del edificio y Cimentación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 18.75 |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 15.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | 181.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | 47.39 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Eulogio Reque Ángles
 DNI: 32 328 265 96
 MZ: 32 LTE: 24
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1975 (48 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): Vivienda unifamiliar - Tipo C-1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería confinada
 AREA DE TERRENO (m²): 2.00 x 25.00m (200 m²)
 ht: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 2.60m
 AP: AREA DE PLANTA TÍPICA (m²): 2.00 x 22.00m (176m²)
 NUMERO DE PISOS (N): 1
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.60m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: UBII - vivienda incipiente



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "dentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicadas a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

$t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3
 -h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.60, $t(m) > =$ 0.13
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.12 - 0.15
 -Conclusión: Menos del 50% de la mitad de muros cumplen con el espesor efectivo.

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"

$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.27 f_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.157 f_m$
 Donde f_m (Tn/m²) = 35 kg/cm² = 350 Tn/m²
 -Conclusión: Menos del 50% del total de muros (32%) en ambos ejes de la edificación cumplen esfuerzo axial máx.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$\rho_m \geq \frac{\sum L_i \cdot Z_i \cdot S_N}{A_p \cdot 56}$
 -Conclusión: Se cumple la densidad mínima de muros en ambos ejes.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "T" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:
 $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$
 -Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 • La resistencia al corte (V_c) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:
 $V_c = 0.5 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_2$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_c = 0.35 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_2$ Para Unidades Silico-calcáreas
 Donde v_m (Tn/m²) = 5.1 kg/cm² = 51 Tn/m²
 • Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_c \leq 0.55 V_u = \text{Fuerza Cortante Admisible}$
 donde: "V_u" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "V_c" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.
 -Conclusión: No se cumple en la dirección X la resistencia al corte del edificio.

3.5. Calificación:

| | |
|---|--|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25 % de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

UNSA

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo ME 32 LT 24
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

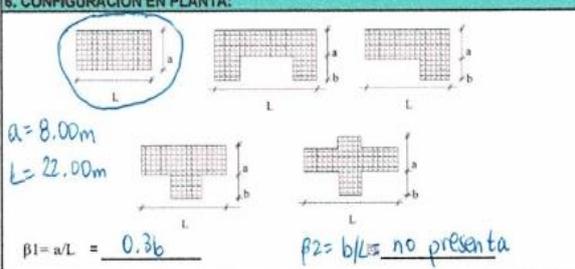
-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 4.25 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.15 m

-L/S= 28.33

| | |
|----------|---------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:



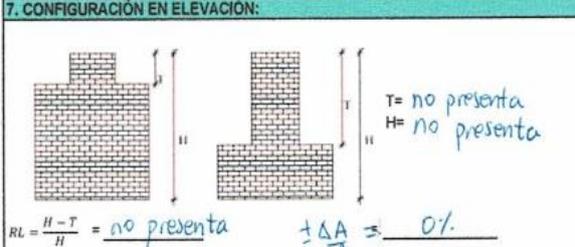
$\beta_1 = a/L = 0.36$ $\beta_2 = b/L$ no presenta

| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

9. TIPO DE CUBIERTA:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostamiento en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:



$T =$ no presenta
 $H =$ no presenta
 $RL = \frac{H-T}{H} =$ no presenta $\frac{\Delta A}{A} = 0\%$

| | |
|----------|---|
| A | $RL > 0.66$; $+\Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq +\Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq +\Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $+\Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

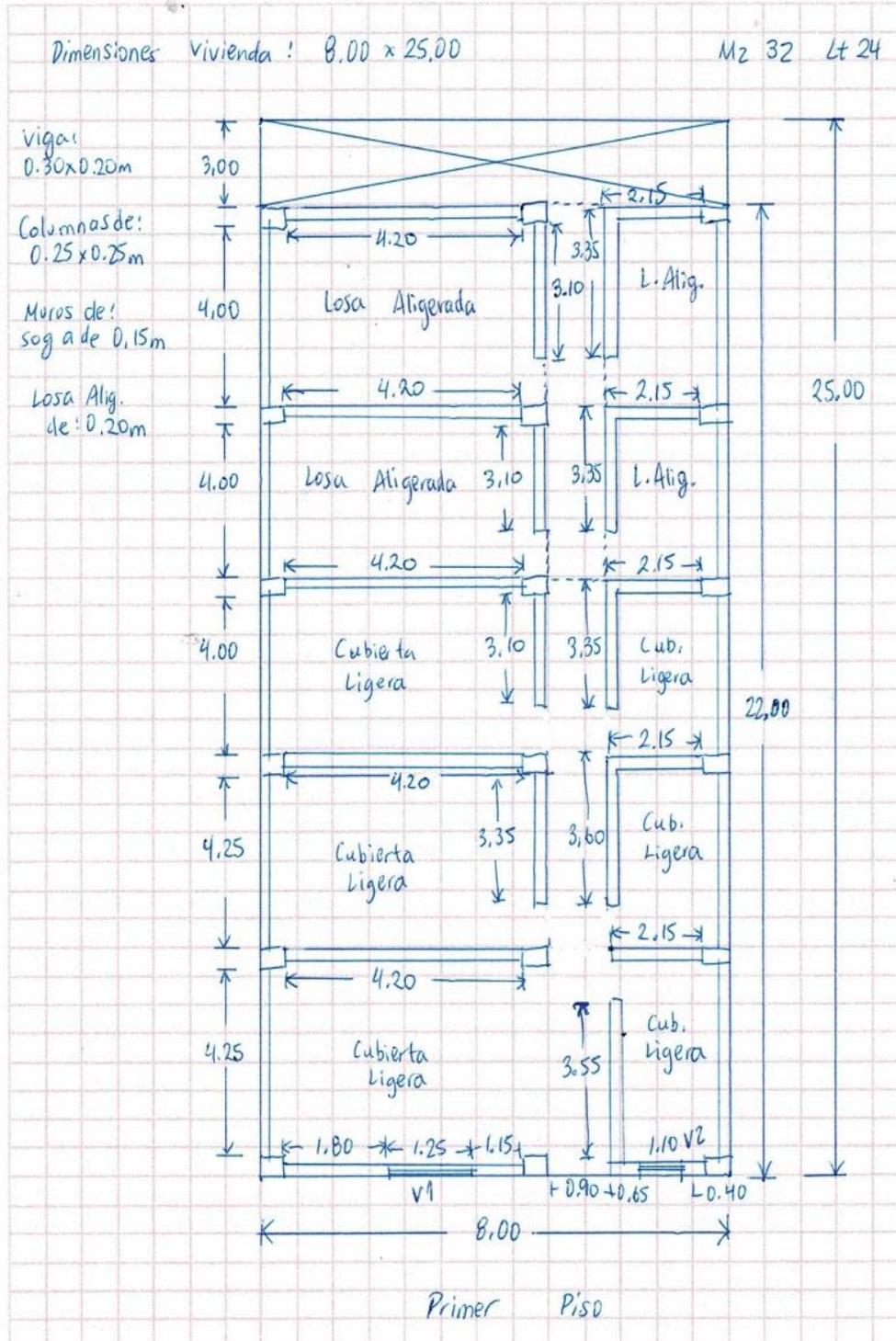
10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

EL PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 47.39, la vivienda ubicada en la Mz. 32 Lt. 24 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica ALTA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 32 Lt. 24.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 47.39$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 32 Lt. 24.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 32 Lt. 24.

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 64.64 | Severo |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 70.82 | Severo |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 176.00 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 47%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 48 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Regular (“C” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 593.27 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 32 Lt. 24.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 176.00 \times 593.27 (1 - 47/100)$$

VE = S/ 55,340.23 (CINCUENTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS CUARENTA SOLES CON VEINTITRÉS CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 32 Lt. 24 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 32 Lt. 24 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|--------------------------------|--------------------------------|--|--|---|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 64.64 | S/ 55,340.23 | S/ 35,773.71 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 70.82 | S/ 55,340.23 | S/ 39,192.76 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 55,340.23 | S/ 55,340.23 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 55,340.23 | S/ 55,340.23 |

35. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 33 LT 11, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 33 Lt. 11, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 33 Lt. 11.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi |
|--|--------------------------------------|----------------------------|----------|-----------|-----------|---------|----------------|
| | | A | B | C | D | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 1.25 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 7.50 |
| 4 | Posición del edificio y | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 33.75 |
| | Cimentación. | | | | | | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 15.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 25.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 0.00 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki * Wi$ | | | | | 126.25 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100 * (Iv / 382.5)$ | | | | | 33.01 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|---|
|  | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |  |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022" | | |
| AUTORES: | RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Maria Ana Obando Saldaña
 DNI: 3245 4827
 MZ: 33 LTE: 11
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1981 (42 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): U1
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Vivienda Unifamiliar Alhajilla Confianza
 AREA DE TERRENO (m2): 8 x 25.00m (200 m2)
 h: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 2.90m
 AP: AREA DE PLANTA TIPICA (m2): 8 x 21.30m (170.40 m2)
 NUMERO DE PISOS (N): 1
 h: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.70m
 FACTOR DE ZONA SISMICA (Z): ZU = 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3 = 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: 18.1 vivienda incipiente



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "dentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E-070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t": $t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3

-h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.70, $t(m) > = 0.13$
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13
 -Conclusión: La mayoría de muros cumplen espesor mínimo

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: σ_m

$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f_m$

Donde f_m (Tn/m2) = 35 kg/cm2 = 350 Tn/m2 (Ladrillo King Kong Artesanal)
 -Conclusión: Para muros del 75% de total de muros (70%) en ambos ejes de la edificación cumple esfuerzo axial máximo.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

$\sum L_i \geq \frac{Z U S N}{56}$

Arcade Cortados los Muros Reforzados
 Arcada de Planta Típica

-Conclusión: En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en la edificación.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

• Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrespiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$

-Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_{mi}) de los muros de albañilería se calculará en cada entrespiso mediante las siguientes expresiones:

$V_m = 0.5 v_m \cdot a \cdot t \cdot L + 0.23 P_i$ Para Unidades de arcilla y de concreto
 $V_m = 0.35 v_m \cdot a \cdot t \cdot L + 0.23 P_i$ Para Unidades Sílico-calcáreas (Ladrillo King Kong Artesanal)

Donde v_m (Tn/m2) = 5.1 kg/cm2 = 51 Tn/m2

• Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrespiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

$V_i \leq 0.55 V_{ci}$ = Fuerza Cortante admisible

donde " V_{ci} " es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y " V_i " es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería

-Conclusión: En algunos muros en la dirección X no se cumple la resistencia al corte.

3.5. Calificación:

| | |
|---|---|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo M2 33 Lt 11
 RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:

$a = 8.00m$
 $L = 21.40m$
 $\beta_1 = a/L = 0.37$

| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:

$RL = \frac{H-T}{H} = \text{no presenta} + \frac{44}{4} = 0\%$

| | |
|----------|--|
| A | $RL > 0.66$; $\pm \Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq \pm \Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq \pm \Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $\pm \Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 4.20 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.13 m

-L/S= 32.31

| | |
|----------|---------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

9. TIPO DE CUBIERTA:

| | |
|----------|---|
| A | La edificación presenta las siguientes características: 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas. 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc). 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de anclaje en las vigas. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Etemit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

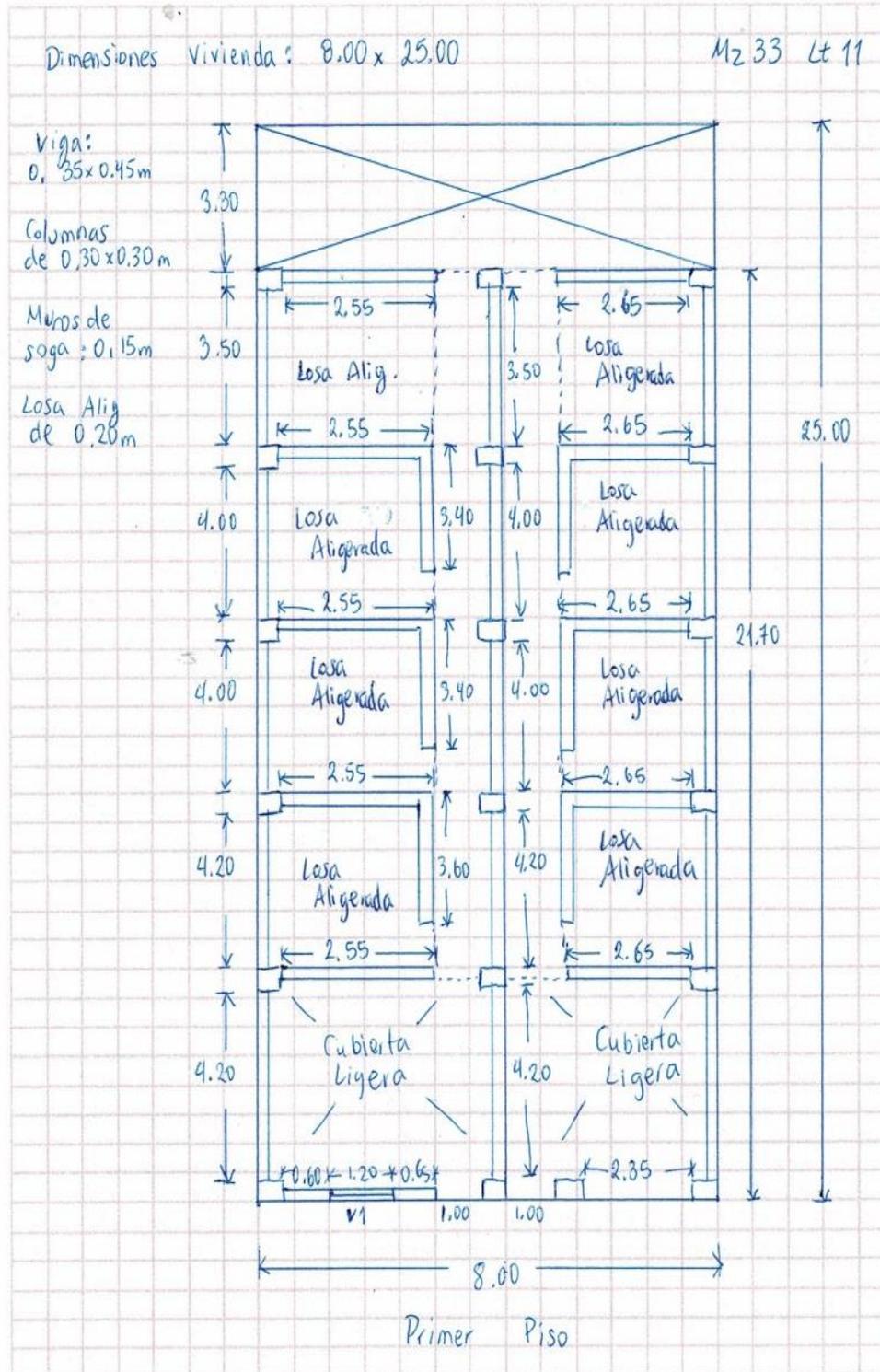
10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 33.01, la vivienda ubicada en la Mz. 33 Lt. 11 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 33 Lt. 11.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 33.01$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 33 Lt. 11.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 33 Lt. 11

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 31.34 | Fuerte |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 39.59 | Fuerte |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 173.60 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 32%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 42 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Bueno (“B” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 719.39 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 33 Lt. 11.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 173.60 \times 719.39 (1 - 32/100)$$

VE = S/ 84,922.55 (OCHENTA Y CUATRO MIL NOVECIENTOS VEINTIDÓS SOLES CON CINCUENTA Y CINCO CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 33 Lt. 11 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 33 Lt. 11 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|--------------------------------|--------------------------------|--|--|---|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 31.34 | S/ 84,922.55 | S/ 26,615.00 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 39.59 | S/ 84,922.55 | S/ 33,619.04 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 84,922.55 | S/ 84,922.55 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 84,922.55 | S/ 84,922.55 |

36. EVALUACION DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA MZ 34 LT 23, P.J. SAN JUAN

Figura 1

Estado actual de la vivienda ubicada en la Mz. 34 Lt. 23, P.J. San Juan.



a. Resultados de la clasificación de los 11 parámetros de nivel de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 1

Resultados del Índice de vulnerabilidad de la vivienda de albañilería ubicada en la Mz. 34 Lt. 23.

| N° | Parámetros | Ki por Clase | | | | Peso Wi | Parcial Ki* Wi |
|--|--------------------------------------|-------------------------|----|----|----|---------|----------------|
| | | A | B | C | D | | |
| 1 | Organización del sistema resistente. | 0 | 5 | 20 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| 2 | Calidad del sistema resistente. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 1.25 |
| 3 | Resistencia Convencional. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.50 | 37.50 |
| 4 | Posición del edificio y | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.75 | 33.75 |
| | Cimentación. | | | | | | |
| 5 | Diafragmas Horizontales. | 0 | 5 | 15 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 6 | Configuración en Planta. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.50 | 22.50 |
| 7 | Configuración en Elevación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 45.00 |
| 8 | Separación máxima entre los muros. | 0 | 5 | 25 | 45 | 0.25 | 11.25 |
| 9 | Tipo de Cubierta. | 0 | 15 | 25 | 45 | 1.00 | 0.00 |
| 10 | Elementos no estructurales. | 0 | 0 | 25 | 45 | 0.25 | 6.25 |
| 11 | Estado de conservación. | 0 | 5 | 25 | 45 | 1.00 | 5.00 |
| Iv (Índice de Vulnerabilidad) | | $Iv = \sum Ki*Wi$ | | | | | 167.50 |
| Ivn (Índice de Vulnerabilidad normalizado) | | $Ivn = 100* (Iv/382.5)$ | | | | | 43.79 |

b. Llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad sísmica de la vivienda:

| | | |
|--|--|------------------------------------|
| | METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS | |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022" | | |
| AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE | | ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo |

I. DATOS TÉCNICOS

PROPIETARIO: Carmen Edith Mariyas Gutiérrez
 DNI: 32.875.773
 MZ: 34 LTE: 23
 AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1992 (31 años)
 AUTOCONSTRUCCIÓN: SI
 ASISTIDO POR UN PROFESIONAL: NO
 SOTANOS: NO
 FACTOR DE USO (U): vivienda Unifamiliar - Tipo C - 1.0
 SISTEMA ESTRUCTURAL: Albañilería Confinada
 ÁREA DE TERRENO (m²): 6 x 6.00 m (156 m²)
 H: ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (m): 5.80m
 AP: ÁREA DE PLANTA TÍPICA (m²): 6.00 x 14.50m (117 m²)
 NÚMERO DE PISOS (N): 2
 H: ALTURA PROMEDIO DE ENTREPISO (m): 2.70m
 FACTOR DE ZONA SÍSMICA (Z): ZU - 0.45g
 PERFIL Y FACTOR DE SUELO (S) (Norma E.030): S3 - 1.10
 ETAPA DE VIVIENDA INFORMAL: U^C - Vivienda en Consolidación Media.



2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La configuración del sistema resistente presenta las siguientes características: ->Mampostería de ladrillo de buena calidad y/o industrial con piezas uniformes, dimensiones constantes y en perfectas condiciones. ->Correcto trabazón o amarre entre ladrillos. ->Buena conexión columna-muro y presencia de mechas de anclaje entre columna-muro en caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera "endentada". ->Mortero de buena calidad entre 10 mm a 15 mm de junta. ->Buena homogeneidad del ladrillo portante y del muro de albañilería en todos sus niveles. ->Uso de ladrillo sólido (King-Kong) en muros portantes. |
| B | La configuración del sistema resistente no presenta uno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| C | La configuración del sistema resistente no presenta dos de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |
| D | La configuración del sistema resistente no presenta ninguno de los requisitos de la clase A, además usa ladrillo tubular o pandereta en muros portantes. |

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

| | |
|---|--|
| A | -Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido estable. -Las cotas de cimentación están ubicados a un mismo nivel. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Ausencia de sales o humedad. |
| B | -Edificación cimentada sobre suelo intermedio. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -No existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Leve presencia de sales o humedad. |
| C | -Edificación cimentada sobre suelo blando. -La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia considerable de sales o humedad. |
| D | -Edificación cimentada sobre suelo flexible o suelo no permitido según la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. -La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. -Existe la presencia de empuje por efecto de terraplén. -Presencia de sales o humedad generalizado y/o irreversible, estado de conservación de la cimentación totalmente deteriorado |

II. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

| | |
|---|--|
| A | La estructura cumple a totalidad la norma E.070, presentando asimismo en todos sus niveles y muros vigas y columnas de amarre como indica la norma E.070, presenta una buena conexión alféizar-muro y una buena distribución y calidad de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación de manera horizontal y vertical. |
| B | La estructura no cumple con al menos un requisito de la norma E -070, presentando asimismo en todos o gran mayoría de sus niveles y muros vigas y columnas de amarre, presenta una regular conexión alféizar-muro y una regular distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| C | La estructura presenta solo en algunos niveles vigas y columnas de amarre, presenta una mala conexión alféizar-muro, existen deficiencias en el confinamiento y proceso constructivo y mala distribución de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |
| D | La estructura no presenta vigas y columnas de amarre, muros sin confinar, la conexión alféizar-muro sin confinar, ausencia de líneas resistentes en todos los niveles de la edificación. |

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

3.1. Verificación del espesor efectivo "t":

Para las Zonas Sísmicas 2 y 3 $t \geq \frac{h}{20}$

-h: Altura promedio de Entrepiso (m): 2.70, t (m) >= 0.13
 -t: Espesor efectivo de muro actual (m) = 0.13
 -Conclusión: La mayoría de muros cumplen espesor mínimo

3.2. Verificación del esfuerzo axial máximo en el muro: "σ_m"

Donde f_m (Tn/m²) = 74 kg/cm² = 740 Tn/m²
 -Conclusión: Menos del 50% del total de muros (38%) en ambos ejes de la edificación cumple esfuerzo axial máx.

3.3. Verificación de Densidad Mínima de Muros:

Arca de Cortados los Muros Reforzados $\sum L_i \geq \frac{Z U S N}{A_p}$

-Conclusión: No se cumple en el segundo piso la densidad mínima de muros.

3.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio:

Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "Y" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$

Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia al corte (V_c) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:
 Para Unidades de arcilla y de concreto $V_c = 0.5 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_i$
 Para Unidades Silico-calceáreas $V_c = 0.35 v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_i$

Donde v_m (Tn/m²) = 8.6 kg/cm² = 86 Tn/m² de concreto.
 Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:
 $V_c \leq 0.55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisibles}$
 donde "V_c" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "V_m" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

-Conclusión: En 1 piso (2º piso) no se cumple la resistencia al corte en la dirección del eje X.

3.5. Calificación:

| | |
|---|---|
| A | -Más del 75% de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Más del 75% del total de muros en ambas direcciones de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En ambas direcciones X e Y se cumple la densidad mínima de muros en todos los pisos. -En ambas direcciones X e Y se cumple la resistencia al corte en todos los pisos. |
| B | -Menos del 75% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 75% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 1 piso no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 1 piso no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| C | -Menos del 50% del total de los muros de la edificación cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 50% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En 2 pisos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En 2 pisos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |
| D | -Menos del 25% de los muros de la edificación no cumplen con el espesor mínimo efectivo. -Menos del 25% del total de muros en ambos ejes de la edificación cumplen el esfuerzo axial máximo. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la densidad mínima de muros en la dirección X o Y. -En más de 2 pisos o en todos no se cumple la resistencia al corte en la dirección X o Y. |

METODOLOGIA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN – CHIMBOTE – 2022"

AUTORES: RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo *H2 34 LT 23*
 RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

| | |
|----------|--|
| A | La edificación en evaluación tiene que cumplir con las siguientes condiciones: -Ausencia de planos a desnivel y discontinuidades abruptas. -La deformabilidad y deflexión en el plano del diafragma es despreciable. -La conexión entre los diafragmas y muros es eficaz. |
| B | La edificación en evaluación no cumple con un requisito de la clase A. |
| C | La edificación en evaluación no cumple con dos requisitos de la clase A. |
| D | La edificación en evaluación no cumple con ningún requisito de la clase A. |

8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS:

-L= Distancia entre muros no portantes que son transversales a los muros Portantes: 3.50 m

-S=Espesor de Muro Portante (Puede ser de 15 cm o 25 cm en acabado): 0.13 m

-L/S= _____

| | |
|----------|---------------------------------|
| A | Edificio con $L/S < 15$ |
| B | Edificio con $15 \leq L/S < 18$ |
| C | Edificio con $18 \leq L/S < 25$ |
| D | Edificio con $L/S \geq 25$ |

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:

| | |
|----------|--|
| A | Edificación con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$, o no presenta los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. |
| B | Edificación con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$, o presenta uno de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| C | Edificación con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$, o presenta dos de los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |
| D | Edificación con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$ o presenta tres o todos los casos de irregularidad en planta de acuerdo a NTP E.030. |

9. TIPO DE CUBIERTA:

La edificación presenta las siguientes características:
 1. Cubierta estable y liviana provista de una estructura que la soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas.
 2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que lo soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc).
 3. Losa aligerada o maciza estable debidamente amarrada a los muros, y en buenas condiciones, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido, provisto de arriostamiento en las vigas.

| | |
|----------|--|
| A | Edificio que cumple con las características presentadas en la clase A. |
| B | Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A. |
| C | Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A. Cubierta liviana de fibrocemento o Eternit conectada de forma deficiente a la estructura. |
| D | Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A. Cubierta pesada con teja de barro o similar. |

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | $RL > 0.66$; $+\Delta A/A \leq 10\%$ o la estructura no presenta los casos de irregularidad en altura de acuerdo a NTP E.030: discontinuidad en los sistemas resistentes, irregularidad geométrica vertical, irregularidad de masa o peso, irregularidad de rigidez (piso blando) o irregularidad de resistencia (piso débil). |
| B | $0.33 < RL < 0.66$; $10\% \leq +\Delta A/A \leq 20\%$ o La estructura posee un tipo de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| C | $RL \leq 0.33$; $20\% \leq +\Delta A/A \leq 50\%$ o La estructura posee dos tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |
| D | $RL \leq 0.33$; $+\Delta A/A \geq 50\%$ o La estructura posee tres o todos los tipos de irregularidad de acuerdo a NTP E.030. |

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

| | |
|----------|--|
| A | -Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. -Edificio sin cornisas y sin parapetos, o Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con tanques de agua de pequeña dimensión y de peso modesto. -Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. Edificio con elementos de pequeña dimensión bien vinculados a la pared. |
| B | Edificación con cornisas, balcones y/o parapetos conectados de manera regular al sistema resistente. |
| C | Edificio con balcones y parapetos o elementos de pequeña dimensión, mal conectados al sistema resistente y/o deteriorados debido a su antigüedad. |
| D | -Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. -Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que pueden caer en caso de terremoto. -Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectados a esta de modo deficiente y en mal estado. |

11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

| | |
|----------|---|
| A | Edificación con muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles y homogéneo en toda la estructura. |
| B | Edificación con muros en buenas condiciones, pero con pequeñas leves fisuras, menores a 2 milímetros. |
| C | Edificación que presenta muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 5 milímetros de ancho. Edificación que no presenta fisuras en sus muros pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería. |
| D | Edificación con muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes, o que presenta fisuras muy graves de más de 5 milímetros de ancho. Antigüedad de la construcción mayor a 50 años. |

TESIS:

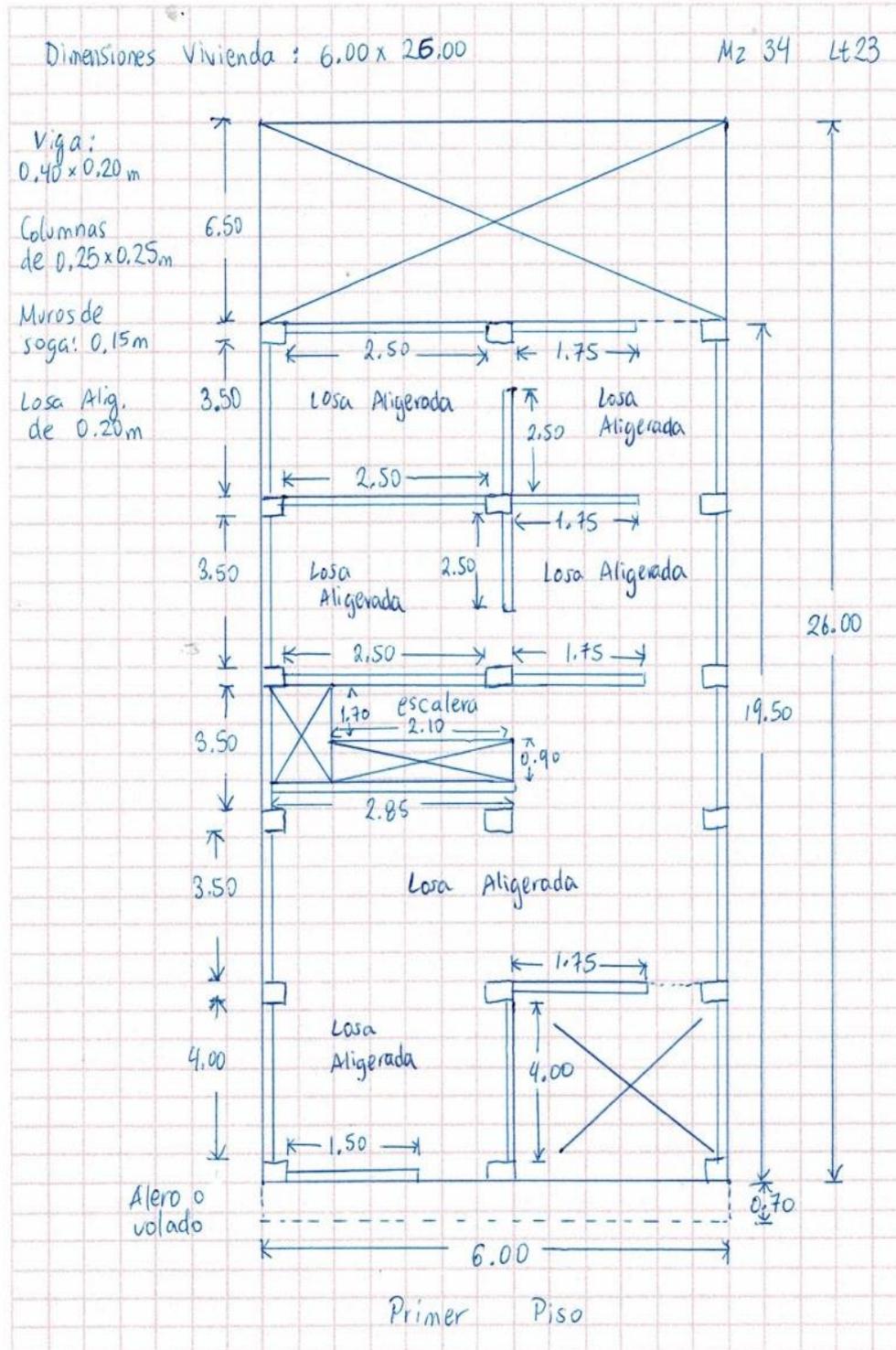
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN





METODOLOGÍA BENEDETTI & PETRINI - FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS:

"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN - CHIMBOTE - 2022"

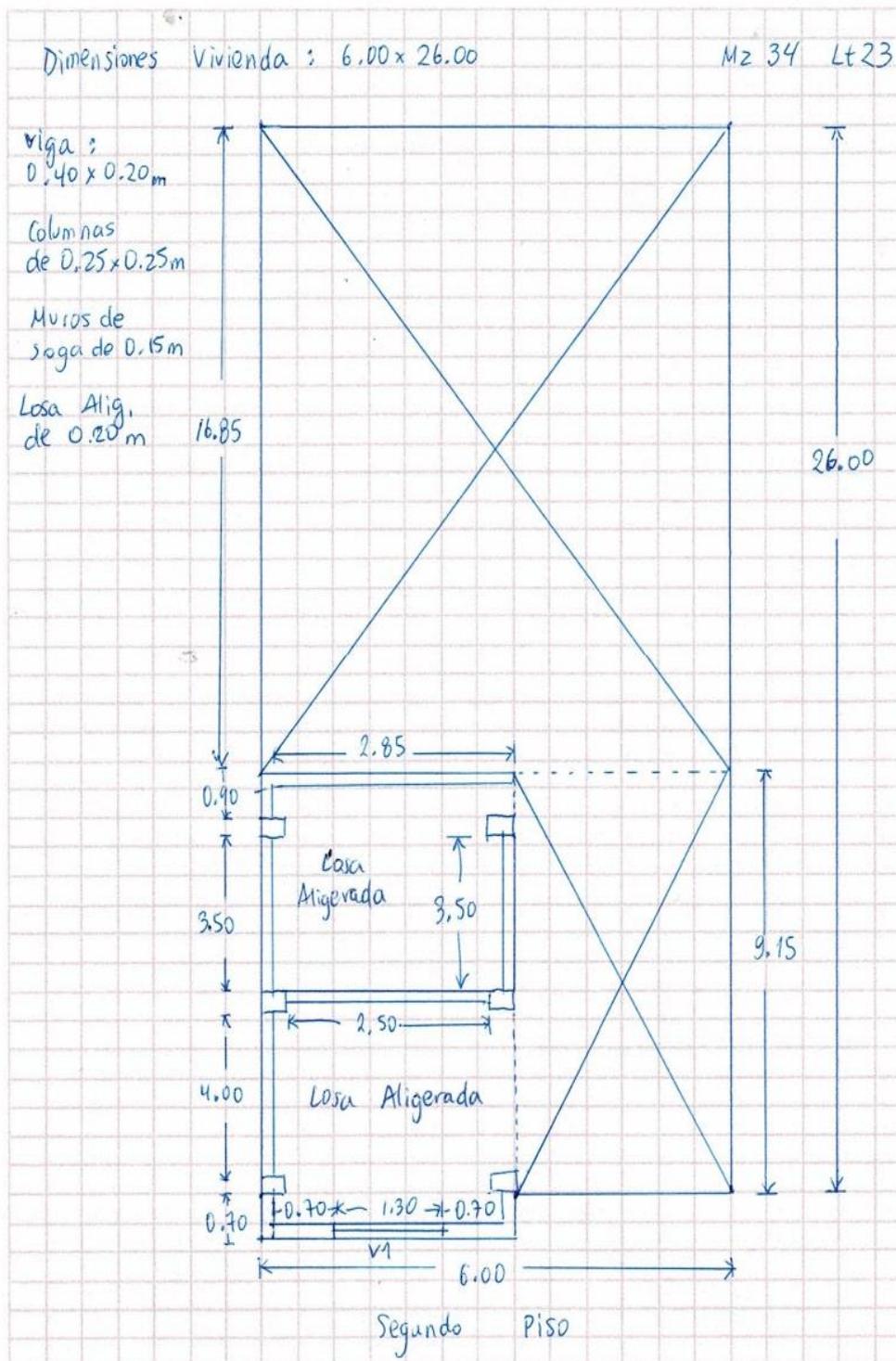


AUTORES:

RODRIGUEZ CAVERO STEVEN MICHAEL
RONCAL VASQUEZ WILSON ANDREE

ASESOR: Mg. LEÓN MALO, Iván Eliseo

III. PLANO DE DISTRIBUCIÓN



Dado que el I_{vn} (Índice de Vulnerabilidad normalizado) resulto en 43.79, la vivienda ubicada en la Mz. 34 Lt. 23 tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica ALTA, de acuerdo con la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda ubicada en la Mz. 34 Lt. 23.

| Índice de Vulnerabilidad Normalizado (I_{vn}) | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|-------------------------|
| $0 \leq I_{vn} < 20$ | Baja |
| $20 \leq I_{vn} < 40$ | Media |
| $40 \leq I_{vn} \leq 100$ | Alta |

c. Resultados de la clasificación del nivel de riesgo sísmico:

Mediante las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad para edificaciones ubicadas en suelo S3 en la Tabla 3 se calculó el valor del Índice de Daño (ID) para los escenarios de peligro sísmico de acuerdo con los tipos de sismos: frecuente. Ocasional, raro y muy raro; conociendo el Índice de vulnerabilidad normalizado (I_{vn}) determinado en la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación mediante el Método Benedetti-Petrini, la cual dependió del perfil de suelo donde se encuentra ubicado la vivienda.

Tabla 3

Ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad daño-aceleración, para edificaciones de albañilería confinada, en suelo de perfil tipo S3.

| SISMO | PGA(g) | Funciones de vulnerabilidad ID vs I_{vn} |
|-----------|--------|--|
| Frecuente | 0.22 | $ID = 5 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0002 I_{vn}^3 + 0.0244 I_{vn}^2 - 0.0062 I_{vn} + 6.2202$ |
| Ocasional | 0.26 | $ID = 6 \cdot 10^{-6} I_{vn}^4 - 0.0004 I_{vn}^3 + 0.0312 I_{vn}^2 + 0.0149 I_{vn} + 12.368$ |
| Raro | 0.49 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.001 I_{vn}^3 + 0.0703 I_{vn}^2 + 0.1359 I_{vn} + 47.72$ |
| Muy Raro | 0.59 | $ID = 2 \cdot 10^{-5} I_{vn}^4 - 0.0013 I_{vn}^3 + 0.0873 I_{vn}^2 + 0.1886 I_{vn} + 63.091$ |

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo del índice de daño, luego de haber reemplazado en las ecuaciones de las funciones de vulnerabilidad, el índice de vulnerabilidad normalizado $I_{vn} = 43.79$, además de su correspondiente nivel de riesgo sísmico de acuerdo con el índice de daño calculado por cada escenario de sismo, para la vivienda ubicada en la Mz. 34 Lt. 23.

Tabla 4

Resultados del cálculo del Índice de Daño y del Nivel del Índice de Daño para la vivienda ubicada en la Mz. 34 Lt. 23

| SISMO | Periodo de Retorno “Tr” | PGA(g) | % Índice de Daño “ID” | Nivel del Riesgo Sísmico |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Frecuente | 45 años | 0.22 | ID = 54.33 | Fuerte |
| Ocasional | 75 años | 0.26 | ID = 61.32 | Severo |
| Raro | 475 años | 0.49 | ID = 100.00 | Colapso |
| Muy Raro | 970 años | 0.59 | ID = 100.00 | Colapso |

d. Análisis de pérdidas económicas de la edificación:

En primer lugar, se calculó el valor de la edificación “VE” (Ecuación 1) como el producto del área techada “AT” construida de la edificación por el valor unitario de la edificación “VUE” y depreciación “P” utilizando los cuadros del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Ecuación 1

Cálculo del valor de la edificación construida “VE”.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

- **AT** = Área Techada (m²) = 234.00 m²
- **P** = Porcentaje para depreciación = 26%

La cual se obtuvo utilizando los cuadros de porcentajes de depreciación para viviendas del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5) para una antigüedad de 31 años, siendo el Material Estructural Predominante de ladrillo y estado de conservación Bueno (“B” en el parámetro 11 del método Benedetti- Petrini).

- **VUE** = Valor Unitario de edificación (S/. /m²) = 746.45 S/. /m²

La cual se obtuvo utilizando el cuadro de valores unitarios oficiales de edificación en S/ por m² para la costa del Reglamento Nacional de Tasaciones (Anexo 5).

Por lo tanto, mediante la Ecuación 1 se obtuvo el resultado del valor de la edificación “VE” de la vivienda ubicada en la Mz. 34 Lt. 23.

$$VE = AT \times VUE (1 - P/100)$$

$$VE = 234.00 \times 746.45 (1 - 26/100)$$

VE = S/ 129,255.28 (CIENTO VEINTINUEVE MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO SOLES CON VEINTIOCHO CENTÉSIMOS)

Finalmente, en la Tabla 5 se muestran los resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 34 Lt. 23 para cada tipo de escenario de sismo de acuerdo con su periodo de retorno en años, para ello se efectuó el producto del índice de daño “ID” % según el tipo de Escenario de Sismo, la cual esta expresada en porcentaje, por el valor de la edificación “VE” (S/) anteriormente determinada.

Tabla 5

Resultados de las pérdidas económicas máximas probables PML de la vivienda ubicada en la Mz. 34 Lt. 23 para cada tipo de escenario de sismo.

| TIPO DE ESCENARIO DE SISMO | PERIODO DE RETORNO "Tr" (AÑOS) | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | VALOR TOTAL DE LAS EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) | PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LA EDIFICACION CONSTRUIDA (S/) |
|--------------------------------|--------------------------------|--|--|---|
| SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | 45 | 54.33 | S/ 129,255.28 | S/ 70,225.38 |
| SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | 75 | 61.32 | S/ 129,255.28 | S/ 79,265.57 |
| SISMO RARO (Tr = 475 años) | 475 | 100.00 | S/ 129,255.28 | S/ 129,255.28 |
| SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | 970 | 100.00 | S/ 129,255.28 | S/ 129,255.28 |

ANEXO 5

***CUADROS DE DEPRECIACIÓN Y VALORES
UNITARIOS OFICIALES DE EDIFICACIÓN DEL
REGLAMENTO NACIONAL DE TASACIONES
EMITIDAS POR EL MINISTERIO DE VIVIENDA,
CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO (MVCS)***

**TABLA N° 01
 PORCENTAJE DE DEPRECIACIÓN POR ANTIGÜEDAD Y ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN EL MATERIAL
 ESTRUCTURAL PREDOMINANTE PARA CASA HABITACIÓN, DEPARTAMENTOS PARA VIVIENDAS INCLUIDO
 LOS UBICADOS EN EDIFICIOS**

| Antigüedad (en años) | Material Estructural Predominante | ESTADO DE CONSERVACIÓN | | | |
|-------------------------|---|------------------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Muy Bueno % | Bueno % | Regular % | Malo % |
| Hasta 5 Años | Concreto Ladrillo Liviano/Adobe | 0 0 5 | 5 8 15 | 10 20 30 | 55 60 65 |
| Hasta 10 Años | Concreto Ladrillo Liviano/Adobe | 0 3 10 | 5 11 20 | 10 23 35 | 55 63 70 |
| Hasta 15 Años | Concreto Ladrillo Liviano/Adobe | 3 6 15 | 8 14 25 | 13 26 40 | 58 66 75 |
| Hasta 20 Años | Concreto Ladrillo Liviano/Adobe | 6 9 20 | 11 17 30 | 16 29 45 | 61 69 80 |
| Hasta 25 Años | Concreto Ladrillo Liviano/Adobe | 9 12 25 | 14 20 35 | 19 32 50 | 64 72 85 |
| Hasta 30 Años | Concreto Ladrillo Liviano/Adobe | 12 15 30 | 17 23 40 | 22 35 55 | 67 75 90 |
| Hasta 35 Años | Concreto Ladrillo Liviano/Adobe | 15 18 35 | 20 26 45 | 25 38 60 | 70 78 * |
| Hasta 40 Años | Concreto Ladrillo Liviano/Adobe | 18 21 40 | 23 29 50 | 28 41 65 | 73 81 * |
| Hasta 45 Años | Concreto Ladrillo Liviano/Adobe | 21 24 45 | 26 32 55 | 31 44 70 | 76 84 * |
| Hasta 50 Años | Concreto Ladrillo Liviano/Adobe | 24 27 50 | 29 35 60 | 34 47 75 | 79 87 * |
| Más de 50 Años | Concreto Ladrillo Liviano/Adobe | 27 30 55 | 32 38 65 | 37 50 80 | 82 90 * |

* El perito fija los porcentajes no tabulados.

**ANEXO IV.2
CUADRO DE VALORES UNITARIOS OFICIALES DE EDIFICACIÓN
PARA LA COSTA (EXCEPTO LIMA METROPOLITANA Y CALLAO), AL 31 DE OCTUBRE DE 2022**

| VALORES POR PARTIDAS EN SOLES POR METRO CUADRADO DE AREA TECHADA | | | | | | | |
|--|---|--|--|---|--|--|--|
| | ESTRUCTURAS | | ACABADOS | | | | INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SANITARIAS (7) |
| | MUROS Y COLUMNAS (1) | TECHOS (2) | PISOS (3) | PUERTAS Y VENTANAS (4) | REVESTIMIENTOS (5) | BANOS (6) | |
| A | ESTRUCTURAS LAMINARES CURVADAS DE CONCRETO ARMADO QUE INCLUYEN EN UNA SOLA ARMADURA LA CIMENTACIÓN Y EL TECHO, PARA ESTE CASO NO SE CONSIDERA LOS VALORES DE LA COLUMNA N°2 | LOSA O ALIGERADO DE CONCRETO ARMADO CON LUCES MAYORES DE 6 M. CON SOBRECARGA MAYOR A 300 KG/M2 | MÁRMOL IMPORTADO, PIEDRAS NATURALES IMPORTADAS, PORCELANATO. | ALUMINIO PESADO CON PERFILES ESPECIALES MADERA FINA ORNAMENTAL (CAOBA, CEDRO O PINO SELECTO) VIDRIO INSULADO. (1) | MÁRMOL IMPORTADO, MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) BALDOSA ACÚSTICO EN TECHO O SIMILAR. | BAÑOS COMPLETOS (7) DE LUJO IMPORTADO CON ENCHAPE FINO (MÁRMOL O SIMILAR) | AIRE ACONDICIONADO, ILUMINACIÓN ESPECIAL, VENTILACIÓN FORZADA, SIST. HIDRONEUMÁTICO, AGUA CALIENTE Y FRÍA, INTERCOMUNICADOR, ALARMAS, ASCENSOR, SISTEMA BOMBEO DE AGUA Y DESAGÜE.(5) TELÉFONO. |
| | 584.79 | 355.18 | 313.66 | 317.36 | 342.07 | 115.43 | 333.11 |
| B | COLUMNAS, VIGAS Y/O PLACAS DE CONCRETO ARMADO Y/O METÁLICAS. | ALIGERADOS O LOSAS DE CONCRETO ARMADO INCLINADAS | MÁRMOL NACIONAL O RECONSTITUIDO, PARQUET FINO (OLIVO, CHONTA O SIMILAR), CERÁMICA IMPORTADA MADERA FINA. | ALUMINIO O MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) DE DISEÑO ESPECIAL, VIDRIO TRATADO POLARIZADO (2) Y CURVADO, LAMINADO O TEMPLADO | MÁRMOL NACIONAL, MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) ENCHAPES EN TECHOS. | BAÑOS COMPLETOS (7) IMPORTADOS CON MAYÓLICA O CERÁMICO DECORATIVO IMPORTADO. | SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE (5), ASCENSOR TELÉFONO, AGUA CALIENTE Y FRÍA. |
| | 377.03 | 231.73 | 188.00 | 167.28 | 259.17 | 87.77 | 241.56 |
| C | PLACAS DE CONCRETO E=10 A 15 CM. ALBAÑILERÍA ARMADA, LADRILLO O SIMILAR CON COLUMNAS Y VIGAS DE AMARRE DE CONCRETO ARMADO | ALIGERADO O LOSAS DE CONCRETO ARMADO HORIZONTALES. | MADERA FINA MACHIHEMBRA TERRAZO. | ALUMINIO O MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) VIDRIO TRATADO POLARIZADO. (2) LAMINADO O TEMPLADO | SUPERFICIE CARAVISTA OBTENIDA MEDIANTE ENCOFRADO ESPECIAL, ENCHAPE EN TECHOS. | BAÑOS COMPLETOS (7) NACIONALES CON MAYÓLICA O CERÁMICO NACIONAL DE COLOR. | IGUAL AL PUNTO "B" SIN ASCENSOR. |
| | 259.53 | 191.45 | 123.74 | 108.12 | 192.27 | 60.88 | 150.32 |
| D | LADRILLO O SIMILAR SIN ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO. DRY WALL O SIMILAR INCLUYE TECHO (6) | CALAMINA METÁLICA FIBROCEMENTO SOBRE VIGUERÍA METÁLICA. | PARQUET DE 1era., LAJAS, CERÁMICA NACIONAL, LOSETA VENECIANA 40x40, PISO LAMINADO. | VENTANAS DE ALUMINIO PUERTAS DE MADERA SELECTA, VIDRIO TRATADO TRANSPARENTE (3) | ENCHAPE DE MADERA O LAMINADOS, PIEDRA O MATERIAL VITRIFICADO. | BAÑOS COMPLETOS (7) NACIONALES BLANCOS CON MAYÓLICA BLANCA. | AGUA FRÍA, AGUA CALIENTE, CORRIENTE TRIFÁSICA, TELÉFONO. |
| | 250.98 | 121.51 | 109.15 | 94.71 | 147.51 | 32.48 | 95.15 |
| E | ADobe, TAPIAL O QUINCHA | MADERA CON MATERIAL IMPERMEABILIZANTE. | PARQUET DE 2da. LOSETA VENECIANA 30x30 LAJAS DE CEMENTO CON CANTO RODADO. | VENTANAS DE FIERRO PUERTAS DE MADERA SELECTA (CAOBA O SIMILAR) VIDRIO SIMPLE TRANSPARENTE (4) | SUPERFICIE DE LADRILLO CARAVISTA. | BAÑOS CON MAYÓLICA BLANCA PARCIAL. | AGUA FRÍA, AGUA CALIENTE, CORRIENTE MONOFÁSICA, TELÉFONO. |
| | 176.69 | 45.30 | 73.13 | 81.03 | 101.49 | 19.10 | 69.16 |
| F | MADERA (ESTORAQUE, PUMAQUIRO, HUAYRURO, MACHINGA, CATAHUA AMARILLA, COPAIBA, DIABLO FUERTE, TORNILLO O SIMILARES) DRY WALL O SIMILAR (SIN TECHO) | CALAMINA METÁLICA FIBROCEMENTO O TEJA SOBRE VIGUERÍA DE MADERA CORRIENTE. | LOSETA CORRIENTE, CANTO RODADO. ALFOMBRA | VENTANAS DE FIERRO O ALUMINIO INDUSTRIAL, PUERTAS CONTRAPLACADAS DE MADERA (CEDRO O SIMILAR), PUERTAS MATERIAL MDF o HDF VIDRIO SIMPLE TRANSPARENTE (4) | TARRAJEO PROTACHADO Y/O YESO MOLDURADO, PINTURA LAVABLE. | BAÑOS BLANCOS SIN MAYÓLICA. | AGUA FRÍA, CORRIENTE MONOFÁSICA. TELÉFONO |
| | 133.07 | 24.92 | 49.94 | 60.84 | 71.54 | 14.23 | 38.04 |
| G | PIRCADO CON MEZCLA DE BARRO. | MADERA RÚSTICA O CAÑA CON TORTA DE BARRO. | LOSETA VINÍLICA, CEMENTO BRUÑADO COLOREADO. TAPIZÓN | MADERA CORRIENTE CON MARCOS EN PUERTAS Y VENTANAS DE PVC O MADERA CORRIENTE | ESTUCADO DE YESO Y/O BARRO, PINTURA AL TEMPLADO O AGUA. | SANITARIOS BÁSICOS DE LOSA DE 2da. FIERRO FUNDIDO O GRANITO. | AGUA FRÍA, CORRIENTE MONOFÁSICA SIN EMPOTRAR. |
| | 78.41 | 17.13 | 44.08 | 32.86 | 58.66 | 9.78 | 20.55 |
| H | | SIN TECHO | CEMENTO PULIDO, LADRILLO CORRIENTE, ENTABLADO CORRIENTE. | MADERA RÚSTICA. | PINTADO EN LADRILLO RÚSTICO, PLACA DE CONCRETO O SIMILAR. | SIN APARATOS SANITARIOS. | SIN INSTALACIÓN ELÉCTRICA NI SANITARIA. |
| | ***** | 0.00 | 27.58 | 16.43 | 23.47 | 0.00 | 0.00 |
| I | | | TIERRA COMPACTADA | SIN PUERTAS NI VENTANAS. | SIN REVESTIMIENTOS EN LADRILLO, ADObE O SIMILAR. | | |
| | ***** | ***** | 5.52 | 0.00 | 0.00 | ***** | ***** |

EN EDIFICIOS AUMENTAR EL VALOR POR M2 EN 5 % A PARTIR DEL 5 PISO
EL VALOR UNITARIO POR M2 PARA UNA EDIFICACION DETERMINADA, SE OBTIENE SUMANDO LOS VALORES SELECCIONADOS DE CADA UNA DE LAS 7 COLUMNAS DEL CUADRO DE ACUERDO A SUS CARACTERÍSTICAS PREDOMINANTES. LA DEMARCACION TERRITORIAL CONSIGNADA ES DE USO EXCLUSIVO PARA LA APLICACIÓN DEL PRESENTE CUADRO. ABARCA LAS LOCALIDADES UBICADAS EN EL TERRITORIO SOBRE LA VERTIENTE OCCIDENTAL DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES Y LIMITANDO: AL NORTE POR LA FRONTERA CON EL ECUADOR; AL SUR POR LA FRONTERA CON CHILE; AL OESTE POR LA LÍNEA DE BAJA MAREA DEL LITORAL; Y AL ESTE POR UNA LÍNEA QUE SIGUE APROXIMADAMENTE LA CURVA DEL NIVEL DE 2000 m.s.n.m.

(1) REFERIDO AL DOBLE VIDRIADO HERMÉTICO, CON PROPIEDADES DE AISLAMIENTO TÉRMICO Y ACÚSTICO. (2) REFERIDO AL VIDRIO QUE RECIBE TRATAMIENTO PARA INCREMENTAR SU RESISTENCIA MECÁNICA Y PROPIEDADES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO Y TÉRMICO, SON COLOREADOS EN SU MASA PERMITIENDO LA VISIBILIDAD ENTRE 14% Y 83%.
(3) REFERIDO AL VIDRIO QUE RECIBE TRATAMIENTO PARA INCREMENTAR SU RESISTENCIA MECÁNICA Y PROPIEDADES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO Y TÉRMICO, PERMITEN LA VISIBILIDAD ENTRE 75% Y 92%.
(4) REFERIDO AL VIDRIO PRIMARIO SIN TRATAMIENTO, PERMITEN LA TRANSMISIÓN DE LA VISIBILIDAD ENTRE 75% Y 92%.
(5) SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA Y DESAGÜE, REFERIDO A INSTALACIONES INTERIORES SUBTERRÁNEAS (CISTERNAS, TANQUES SÉPTICOS) Y AÉREAS (TANQUES ELEVADOS) FORMAN PARTE INTEGRANTE DE LA EDIFICACIÓN. (6) PARA ESTE CASO NO SE CONSIDERA LA COLUMNA N° 2 (7) SE CONSIDERA COMO MÍNIMO LAVATORIO, INODORO Y DUCHA O TINA.

MVCS
Por: CERRON VALDIVIA, Jose Antonio FAU 20504743307 hard
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 2022/12/29 11:25:22-0500

ANEXO 6

***RESULTADOS GENERALES DE EVALUACIÓN
DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE
LAS EDIFICACIONES EN EL P.J. SAN JUAN,
CHIMBOTE***

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | Calificación de cada Parámetro de Evaluación Metodología Benedetti-Petrini | | | | | | | | | | | Índice de Vulnerabilidad Sísmica (Iv) | % Índice Normalizado de Vulnerabilidad Sísmica (Ivn) | Nivel de Vulnerabilidad Sísmica |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | |
| 1 | 1 | 1 | S3 | B | C | C | B | D | C | B | A | B | C | A | C | 136.25 | 35.62 | MEDIA |
| | 1A | 1 | S3 | B | A | A | B | D | A | D | A | A | A | A | A | 63.75 | 16.67 | BAJA |
| | 2 | 2 | S3 | D | B | A | B | D | B | D | B | A | B | B | A | 93.75 | 24.51 | MEDIA |
| | 3 | 2 | S3 | D | B | B | B | D | C | A | A | D | A | B | B | 78.75 | 20.59 | MEDIA |
| | 3A | 1 | S3 | B | C | C | C | D | D | A | A | C | D | A | C | 218.75 | 57.19 | ALTA |
| | 4 | 1 | S3 | B | B | C | B | D | D | C | A | B | D | A | B | 161.25 | 42.16 | ALTA |
| | 5 | 1 | S3 | B | B | A | A | D | B | A | A | A | B | A | A | 58.75 | 15.36 | BAJA |
| | 6 | 1 | S3 | B | A | A | B | D | C | A | A | A | B | A | A | 71.25 | 18.63 | BAJA |
| | 8 | 1 | S3 | B | C | C | C | D | C | C | A | C | C | A | D | 201.25 | 52.61 | ALTA |
| | 9 | 1 | S3 | B | C | C | C | D | C | A | A | B | C | A | B | 143.75 | 37.58 | MEDIA |
| | 10 | 2 | S3 | D | A | A | A | D | B | A | B | A | B | C | A | 65.00 | 16.99 | BAJA |
| | 11 | 1 | S3 | B | B | B | B | D | C | B | A | B | C | A | B | 96.25 | 25.16 | MEDIA |
| | 12 | 2 | S3 | D | B | B | B | D | B | B | B | A | B | D | A | 86.25 | 22.55 | MEDIA |
| | 13 | 1 | S3 | B | A | A | A | D | A | B | A | A | A | A | A | 36.25 | 9.48 | BAJA |
| | 13A | 1 | S3 | B | B | B | B | D | A | D | A | A | A | A | A | 70.00 | 18.30 | BAJA |
| | 14 | 2 | S3 | D | B | A | B | D | B | D | C | A | B | D | A | 125.00 | 32.68 | MEDIA |
| | 15 | 1 | S3 | B | B | A | B | D | A | A | A | B | A | A | A | 47.50 | 12.42 | BAJA |
| 16 | 2 | S3 | D | B | C | B | D | C | B | B | C | B | B | B | 101.25 | 26.47 | MEDIA | |
| 16A | 1 | S3 | B | B | C | B | D | D | B | A | B | D | A | B | 151.25 | 39.54 | MEDIA | |
| 17 | 2 | S3 | D | B | B | B | D | D | A | C | B | D | B | B | 168.75 | 44.12 | ALTA | |
| 1A | 1-2 | 2 | S3 | C | A | B | B | D | B | A | C | A | B | D | A | 98.75 | 25.82 | MEDIA |
| | 3-4 | 1 | S3 | B | A | A | B | D | A | A | A | A | A | A | A | 41.25 | 10.78 | BAJA |
| | 5 | 1 | S3 | B | A | B | B | D | A | A | A | B | A | A | A | 43.75 | 11.44 | BAJA |
| | 1 | 1 | S3 | B | B | C | C | D | C | A | A | B | B | A | B | 118.75 | 31.05 | MEDIA |
| | 2 | 2 | S3 | D | B | B | A | D | A | B | C | B | A | C | A | 75.00 | 19.61 | BAJA |
| 2 | 3 | 2 | S3 | D | B | A | B | D | B | B | C | B | B | C | A | 101.25 | 26.47 | MEDIA |
| | 3A | 2 | S3 | D | B | A | B | D | B | D | A | D | A | B | B | 90.00 | 23.53 | MEDIA |
| | 4 | 1 | S3 | B | B | B | A | D | A | C | A | A | A | A | A | 52.50 | 13.73 | BAJA |
| | 5 | 1 | S3 | B | B | B | A | D | A | D | A | B | A | A | A | 63.75 | 16.67 | BAJA |
| | 6 | 2 | S3 | D | A | A | B | D | A | A | A | B | A | C | A | 48.75 | 12.75 | BAJA |
| | 7 | 3 | S3 | D | A | A | B | D | B | A | B | A | B | D | A | 77.50 | 20.26 | MEDIA |
| | 8 | 2 | S3 | C | B | B | C | D | D | C | A | C | D | B | C | 211.25 | 55.23 | ALTA |
| | 9 | 1 | S3 | B | B | B | B | D | C | A | A | C | C | A | B | 98.75 | 25.82 | MEDIA |
| | 10 | 1 | S3 | B | B | B | C | D | C | A | A | B | C | A | B | 123.75 | 32.35 | MEDIA |
| | 11 | 1 | S3 | B | B | B | B | D | A | C | A | A | A | A | A | 60.00 | 15.69 | BAJA |
| | 12 | 1 | S3 | B | B | B | C | D | C | C | A | B | C | A | B | 136.25 | 35.62 | MEDIA |
| | 13 | 2 | S3 | D | A | A | A | D | B | A | C | B | B | C | A | 86.25 | 22.55 | MEDIA |
| | 14 | 2 | S3 | D | B | A | A | D | B | D | D | B | B | C | A | 133.75 | 34.97 | MEDIA |
| | 15 | 3 | S3 | D | A | A | A | D | D | A | A | D | B | A | A | 123.75 | 32.35 | MEDIA |
| | 16 | 3 | S3 | D | A | A | A | D | D | C | B | A | D | D | A | 152.50 | 39.87 | MEDIA |
| | 16A | 2 | S3 | C | B | B | C | D | D | B | A | B | D | D | B | 187.50 | 49.02 | ALTA |
| | 17 | 2 | S3 | D | A | B | B | D | A | A | C | A | A | D | A | 78.75 | 20.59 | MEDIA |
| 18 | 2 | S3 | D | A | A | A | D | C | B | D | B | B | B | A | 112.50 | 29.41 | MEDIA | |
| 20 | 2 | S3 | C | B | A | B | D | C | C | D | A | B | C | A | 140.00 | 36.60 | MEDIA | |
| 21 | 1 | S3 | B | B | A | B | D | A | D | A | A | A | A | A | 68.75 | 17.97 | BAJA | |
| 21A | 1 | S3 | B | B | A | A | D | B | D | A | A | B | A | A | 81.25 | 21.24 | MEDIA | |
| 22 | 2 | S3 | C | B | B | C | D | D | B | D | C | D | B | B | 226.25 | 59.15 | ALTA | |
| 22A | 1 | S3 | B | B | B | B | D | C | C | A | B | C | A | C | 126.25 | 33.01 | MEDIA | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapas de Vivienda Informal | Calificación de cada Parámetro de Evaluación Metodología Benedetti-Petrini | | | | | | | | | | | Índice de Vulnerabilidad Sismica (Iv) | % Índice Normalizado de Vulnerabilidad Sismica (Ivn) | Nivel de Vulnerabilidad Sismica |
|---------|------|-----------------|-------------------------|-----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | |
| 3 | 1 | 3 | S3 | D | B | B | B | D | D | A | C | B | D | C | B | 175.00 | 45.75 | ALTA |
| | 2 | 1 | S3 | B | D | D | D | D | D | B | A | C | D | A | D | 301.25 | 78.76 | ALTA |
| | 2A | 2 | S3 | D | B | A | A | D | A | C | D | A | A | B | A | 96.25 | 25.16 | MEDIA |
| | 3 | 3 | S3 | D | A | A | B | D | C | D | A | B | C | C | A | 111.25 | 29.08 | MEDIA |
| | 3A | 1 | S3 | B | A | B | B | D | C | D | A | B | B | A | A | 96.25 | 25.16 | MEDIA |
| | 4 | 2 | S3 | D | B | A | B | D | B | A | A | B | B | B | A | 67.50 | 17.65 | BAJA |
| | 5 | 3 | S3 | D | A | B | A | D | B | A | B | A | B | B | A | 60.00 | 15.69 | BAJA |
| | 6 | 3 | S3 | D | B | B | B | D | B | A | C | B | B | D | A | 105.00 | 27.45 | MEDIA |
| | 7 | 1 | S3 | B | A | A | A | D | B | A | A | B | B | A | A | 55.00 | 14.38 | BAJA |
| | 8 | 3 | S3 | D | B | B | A | D | B | A | B | B | B | C | A | 72.50 | 18.95 | BAJA |
| | 9 | 4 | S3 | D | A | B | B | D | B | D | C | A | B | D | A | 121.25 | 31.70 | MEDIA |
| | 9A | 1 | S3 | B | C | B | C | D | D | C | A | B | D | A | B | 201.25 | 52.61 | ALTA |
| | 10 | 2 | S3 | C | B | C | C | D | D | D | A | C | D | D | C | 237.50 | 62.09 | ALTA |
| | 10A | 4 | S3 | D | B | C | C | D | B | C | D | B | B | D | B | 177.50 | 46.41 | ALTA |
| | 11 | 3 | S3 | D | B | B | B | D | D | A | D | C | D | B | B | 193.75 | 50.65 | ALTA |
| | 12 | 2 | S3 | C | B | B | B | D | D | A | C | B | D | C | B | 175.00 | 45.75 | ALTA |
| 13 | 1 | S3 | B | B | A | B | D | B | A | A | A | B | A | A | 66.25 | 17.32 | BAJA | |
| 14 | 2 | S3 | D | B | A | A | D | A | B | A | A | A | D | A | 52.50 | 13.73 | BAJA | |
| 14A | 2 | S3 | C | B | C | B | D | C | C | D | C | C | C | B | 167.50 | 43.79 | ALTA | |
| 15 | 2 | S3 | D | A | A | B | D | A | A | A | A | A | C | A | 47.50 | 12.42 | BAJA | |
| 16 | 2 | S3 | C | C | B | B | D | C | B | D | D | D | B | B | 186.25 | 48.69 | ALTA | |
| 16A | 2 | S3 | D | B | B | C | D | C | D | A | C | A | B | A | 121.25 | 31.70 | MEDIA | |
| 4 | 1 | 3 | S3 | D | C | B | C | D | D | A | C | C | D | B | B | 218.75 | 57.19 | ALTA |
| | 2 | 1 | S3 | B | B | C | B | D | C | A | A | B | C | A | C | 118.75 | 31.05 | MEDIA |
| | 3 | 1 | S3 | B | B | B | B | D | B | A | A | B | B | A | A | 68.75 | 17.97 | BAJA |
| | 4 | 1 | S3 | C | B | A | C | D | B | C | A | D | A | A | B | 110.00 | 28.76 | MEDIA |
| | 5 | 1 | S3 | B | B | B | A | D | B | A | A | A | B | A | A | 60.00 | 15.69 | BAJA |
| | 6 | 2 | S3 | C | C | C | C | D | B | A | A | C | B | D | B | 140.00 | 36.80 | MEDIA |
| | 7 | 2 | S3 | D | B | C | B | D | D | A | D | B | D | D | B | 205.00 | 53.59 | ALTA |
| | 8 | 1 | S3 | B | B | B | B | D | C | A | A | C | C | A | C | 118.75 | 31.05 | MEDIA |
| | 9 | 2 | S3 | D | B | B | B | D | C | A | B | A | B | B | A | 82.50 | 21.57 | MEDIA |
| | 10 | 2 | S3 | C | A | B | A | D | C | A | B | B | B | A | A | 71.25 | 18.63 | BAJA |
| | 11 | 2 | S3 | C | C | B | C | D | C | A | C | C | C | D | B | 180.00 | 47.06 | ALTA |
| | 12 | 1 | S3 | A | D | D | D | D | C | A | A | C | C | A | D | 248.75 | 65.03 | ALTA |
| | 13 | 1 | S3 | A | C | D | D | D | C | A | A | C | B | A | D | 213.75 | 55.88 | ALTA |
| | 14 | 2 | S3 | D | C | B | C | D | C | A | C | B | C | C | C | 190.00 | 49.67 | ALTA |
| | 15 | 1 | S3 | B | C | C | C | D | C | A | A | D | C | A | D | 193.75 | 50.65 | ALTA |
| | 16 | 1 | S3 | B | B | B | A | D | A | A | A | A | A | A | A | 40.00 | 10.46 | BAJA |
| 5 | 1 | 2 | S3 | D | B | C | B | D | B | A | A | C | B | D | C | 115.00 | 30.07 | MEDIA |
| | 2 | 3 | S3 | D | C | C | C | D | D | A | D | C | D | D | B | 255.00 | 66.67 | ALTA |
| | 3 | 2 | S3 | D | B | C | B | D | C | A | D | C | B | D | B | 150.00 | 39.22 | MEDIA |
| | 4 | 1 | S3 | B | C | C | B | D | D | A | A | C | D | A | C | 188.75 | 49.35 | ALTA |
| | 5 | 2 | S3 | D | A | B | B | D | A | A | A | B | A | C | A | 50.00 | 13.07 | BAJA |
| | 6 | 2 | S3 | D | B | A | A | D | B | A | D | B | A | C | A | 96.25 | 25.16 | MEDIA |
| | 7 | 1 | S3 | B | A | A | B | D | A | A | A | B | A | A | A | 42.50 | 11.11 | BAJA |
| | 8 | 2 | S3 | D | B | C | C | D | D | A | C | C | D | C | B | 215.00 | 56.21 | ALTA |
| | 9 | 2 | S3 | C | B | C | C | D | C | A | C | B | C | C | C | 180.00 | 47.06 | ALTA |
| | 10 | 3 | S3 | D | B | C | C | D | C | A | C | B | C | B | B | 153.75 | 40.20 | ALTA |
| | 11 | 1 | S3 | B | A | B | B | D | C | A | A | A | B | A | A | 72.50 | 18.95 | BAJA |
| | 12 | 2 | S3 | C | B | B | B | D | C | A | D | C | C | C | B | 150.00 | 39.22 | MEDIA |
| | 13 | 1 | S3 | B | A | B | B | D | B | A | A | A | B | A | A | 62.50 | 16.34 | BAJA |
| | 14 | 3 | S3 | D | A | A | C | D | B | D | A | D | A | A | A | 110.00 | 28.76 | MEDIA |
| | 15 | 2 | S3 | C | B | B | B | D | D | A | C | C | D | C | B | 180.00 | 47.06 | ALTA |
| | 16 | 1 | S3 | B | B | C | C | D | B | A | A | B | B | A | B | 108.75 | 28.43 | MEDIA |

Calificación de cada Parámetro de Evaluación Metodología Benedetti-Petrini

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | Calificación de cada Parámetro de Evaluación Metodología Benedetti-Petrini | | | | | | | | | | | Índice de Vulnerabilidad Sísmica (Iv) | % Índice Normalizado de Vulnerabilidad Sísmica (Ivn) | Nivel de Vulnerabilidad Sísmica |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | |
| 6 | 1 | 2 | S3 | D | A | B | A | C | C | A | C | B | B | B | A | 76.25 | 19.93 | BAJA |
| | 2 | 2 | S3 | C | C | C | B | C | D | A | A | C | D | D | B | 165.00 | 43.14 | ALTA |
| | 3 | 2 | S3 | D | B | A | A | C | A | A | A | A | A | D | A | 35.00 | 9.15 | BAJA |
| | 4 | 2 | S3 | D | A | B | C | C | B | D | A | D | A | B | C | 121.25 | 31.70 | MEDIA |
| | 5 | 2 | S3 | D | A | B | A | C | B | A | A | A | B | C | A | 46.25 | 12.09 | BAJA |
| | 6 | 3 | S3 | D | B | B | C | C | C | A | B | A | C | D | A | 118.75 | 31.05 | MEDIA |
| | 7 | 2 | S3 | D | B | A | A | C | A | A | D | B | A | C | A | 76.25 | 19.93 | BAJA |
| | 8 | 2 | S3 | D | B | C | B | C | D | A | B | C | D | C | B | 150.00 | 39.22 | MEDIA |
| | 9 | 1 | S3 | B | B | C | B | C | D | A | A | B | D | A | B | 133.75 | 34.97 | MEDIA |
| | 10 | 3 | S3 | D | A | B | A | C | B | A | C | B | B | B | A | 66.25 | 17.32 | BAJA |
| 7 | 1 | 2 | S3 | D | B | A | B | C | B | A | C | A | B | B | A | 76.25 | 19.93 | BAJA |
| | 2 | 3 | S3 | D | A | A | B | C | B | D | A | B | B | C | A | 76.25 | 19.93 | BAJA |
| | 2A | 1 | S3 | B | B | A | B | C | A | C | A | A | A | A | A | 43.75 | 11.44 | BAJA |
| | 3 | 1 | S3 | B | A | A | A | C | C | A | A | B | B | A | A | 50.00 | 13.07 | BAJA |
| | 4 | 4 | S3 | D | A | A | A | C | D | A | D | B | D | C | A | 161.25 | 42.16 | ALTA |
| | 5 | 2 | S3 | D | C | B | B | C | D | A | B | B | D | B | B | 148.75 | 38.89 | MEDIA |
| | 6 | 3 | S3 | D | A | A | A | C | A | B | A | D | A | B | A | 32.50 | 8.50 | BAJA |
| | 6A | 1 | S3 | B | B | B | B | C | B | A | A | B | B | A | A | 53.75 | 14.05 | BAJA |
| | 7 | 1 | S3 | B | B | B | B | C | B | A | A | C | B | A | C | 83.75 | 21.90 | MEDIA |
| | 8 | 2 | S3 | D | B | B | B | C | A | A | B | A | A | B | A | 37.50 | 9.80 | BAJA |
| 9 | 2 | S3 | D | B | B | A | C | C | A | D | B | B | C | A | 107.50 | 28.10 | MEDIA | |
| 10 | 2 | S3 | C | B | B | C | C | D | A | A | B | D | C | B | 165.00 | 43.14 | ALTA | |
| 8 | 1 | 2 | S3 | C | C | B | B | C | C | A | B | B | C | D | C | 130.00 | 33.99 | MEDIA |
| | 2 | 1 | S3 | B | B | C | C | C | B | A | A | C | B | A | B | 98.75 | 25.82 | MEDIA |
| | 3 | 2 | S3 | B | C | C | D | C | C | C | A | D | B | B | C | 191.25 | 50.00 | ALTA |
| | 4 | 1 | S3 | B | C | C | B | C | D | A | A | B | D | A | B | 148.75 | 38.89 | MEDIA |
| | 5 | 2 | S3 | D | A | A | B | C | C | A | C | A | D | B | A | 111.25 | 29.08 | MEDIA |
| | 6 | 1 | S3 | B | D | C | D | C | C | D | A | D | B | A | D | 246.25 | 64.38 | ALTA |
| | 7 | 1 | S3 | B | A | B | A | C | A | A | A | A | A | A | A | 20.00 | 5.23 | BAJA |
| | 8 | 2 | S3 | C | B | B | B | C | C | A | A | B | C | B | B | 78.75 | 20.59 | MEDIA |
| | 9 | 1 | S3 | B | A | B | B | C | A | A | A | B | A | A | A | 28.75 | 7.52 | BAJA |
| | 10 | 3 | S3 | D | A | A | A | C | B | A | A | B | B | B | A | 40.00 | 10.46 | BAJA |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | Calificación de cada Parámetro de Evaluación Metodología Benedetti-Petrini | | | | | | | | | | | Índice de Vulnerabilidad Sísmica (lv) | % Índice Normalizado de Vulnerabilidad Sísmica (lvn) | Nivel de Vulnerabilidad Sísmica |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | |
| 9 | 1 | 2 | S3 | C | C | B | C | C | D | A | A | C | D | D | C | 210.00 | 54.90 | ALTA |
| | 2 | 1 | S3 | B | C | B | C | C | C | A | A | C | C | A | B | 128.75 | 33.66 | MEDIA |
| | 3 | 2 | S3 | D | B | B | B | C | A | A | B | B | A | B | A | 38.75 | 10.13 | BAJA |
| | 4 | 2 | S3 | D | B | B | A | C | A | A | A | B | A | B | A | 26.25 | 6.86 | BAJA |
| | 5 | 1 | S3 | B | A | B | A | C | B | A | A | A | B | A | A | 40.00 | 10.46 | BAJA |
| | 6 | 2 | S3 | D | A | B | A | C | A | A | A | B | A | C | A | 27.50 | 7.19 | BAJA |
| | 7 | 3 | S3 | D | A | B | B | C | B | A | C | A | B | C | A | 78.75 | 20.59 | MEDIA |
| | 8 | 1 | S3 | B | B | B | C | C | B | B | A | D | A | A | B | 86.25 | 22.55 | MEDIA |
| | 9 | 2 | S3 | C | B | C | B | C | C | B | D | B | C | D | C | 162.50 | 42.48 | ALTA |
| | 10 | 1 | S3 | B | C | B | C | C | D | A | A | B | D | A | C | 193.75 | 50.65 | ALTA |
| | 11 | 2 | S3 | D | B | A | A | C | B | A | B | B | B | B | A | 50.00 | 13.07 | BAJA |
| | 12 | 3 | S3 | D | A | A | B | C | B | A | D | B | B | B | A | 92.50 | 24.18 | MEDIA |
| | 13 | 1 | S3 | B | B | B | B | C | C | A | A | C | C | A | B | 83.75 | 21.90 | MEDIA |
| | 14 | 2 | S3 | D | B | B | A | C | A | C | C | A | A | C | A | 68.75 | 17.97 | BAJA |
| | 14A | 1 | S3 | B | A | B | B | C | B | C | A | B | B | A | A | 61.25 | 16.01 | BAJA |
| | 15 | 1 | S3 | B | B | B | B | C | A | A | A | B | A | A | A | 33.75 | 8.82 | BAJA |
| | 16 | 1 | S3 | B | A | A | B | C | C | C | A | A | B | A | A | 68.75 | 17.97 | BAJA |
| | 17 | 1 | S3 | B | C | B | C | C | B | C | A | C | B | A | C | 141.25 | 36.93 | MEDIA |
| | 17A | 1 | S3 | B | B | C | B | C | C | D | A | B | C | A | B | 106.25 | 27.78 | MEDIA |
| | 18 | 2 | S3 | D | B | B | B | C | B | D | A | A | B | C | A | 81.25 | 21.24 | MEDIA |
| 19 | 2 | S3 | D | B | B | A | C | C | D | C | A | B | D | A | 113.75 | 29.74 | MEDIA | |
| 20 | 2 | S3 | D | B | A | B | C | A | D | A | B | A | B | A | 55.00 | 14.38 | BAJA | |
| 10 | 1 | 1 | S3 | B | C | C | B | D | C | A | A | C | C | A | B | 118.75 | 31.05 | MEDIA |
| | 2 | 2 | S3 | D | A | A | B | D | B | C | B | A | B | D | A | 90.00 | 23.53 | MEDIA |
| | 3 | 1 | S3 | B | C | B | C | D | C | D | A | B | C | A | D | 201.25 | 52.61 | ALTA |
| | 4 | 3 | S3 | D | A | B | A | D | B | B | D | B | B | D | A | 115.00 | 30.07 | MEDIA |
| | 4A | 2 | S3 | D | B | A | B | D | B | C | A | A | B | B | A | 78.75 | 20.59 | MEDIA |
| | 5 | 1 | S3 | B | C | B | B | D | D | C | A | B | D | A | B | 171.25 | 44.77 | ALTA |
| | 6 | 2 | S3 | D | B | A | A | D | B | B | C | A | B | B | A | 86.25 | 22.55 | MEDIA |
| | 6A | 2 | S3 | C | B | B | B | D | B | C | A | D | B | B | C | 116.25 | 30.39 | MEDIA |
| | 7 | 2 | S3 | C | B | B | B | D | D | D | A | C | D | D | B | 182.50 | 47.71 | ALTA |
| | 8 | 2 | S3 | D | B | B | B | D | C | A | C | C | B | D | B | 125.00 | 32.68 | MEDIA |
| 9 | 1 | S3 | B | B | B | A | D | A | B | A | A | A | A | A | 42.50 | 11.11 | BAJA | |
| 10 | 2 | S3 | D | A | A | A | D | B | C | B | A | B | C | A | 77.50 | 20.26 | MEDIA | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | Calificación de cada Parámetro de Evaluación Metodología Benedetti-Petrini | | | | | | | | | | | Índice de Vulnerabilidad Sísmica (Iv) | % Índice Normalizado de Vulnerabilidad Sísmica (Ivn) | Nivel de Vulnerabilidad Sísmica |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | |
| 11 | 1 | 2 | S3 | D | A | A | C | D | B | C | A | D | A | B | B | 105.00 | 27.45 | MEDIA |
| | 2 | 2 | S3 | D | B | A | B | D | A | C | C | A | A | D | A | 95.00 | 24.84 | MEDIA |
| | 3 | 2 | S3 | D | A | A | A | D | B | D | A | A | B | B | A | 76.25 | 19.93 | BAJA |
| | 4 | 2 | S3 | C | B | B | B | D | D | B | D | C | D | D | B | 207.50 | 54.25 | ALTA |
| | 5 | 1 | S3 | B | B | B | C | D | B | C | A | C | B | A | B | 121.25 | 31.70 | MEDIA |
| | 6 | 2 | S3 | C | C | B | B | D | D | C | C | C | D | D | B | 212.50 | 55.56 | ALTA |
| | 7 | 1 | S3 | B | C | B | C | D | D | C | A | C | D | A | B | 206.25 | 53.92 | ALTA |
| | 7A | 2 | S3 | C | C | B | B | D | B | D | B | B | D | C | B | 152.50 | 39.87 | MEDIA |
| | 8 | 1 | S3 | B | A | B | A | D | B | D | A | B | B | A | A | 78.75 | 20.59 | MEDIA |
| | 9 | 1 | S3 | B | C | C | B | D | C | A | A | C | B | A | B | 108.75 | 28.43 | MEDIA |
| | 10 | 3 | S3 | D | B | C | C | D | C | A | D | B | C | D | B | 185.00 | 48.37 | ALTA |
| | 11 | 2 | S3 | D | A | A | A | D | A | A | B | B | A | C | A | 46.25 | 12.09 | BAJA |
| | 12 | 1 | S3 | B | C | C | C | D | C | A | A | C | C | A | B | 148.75 | 38.89 | MEDIA |
| | 13 | 1 | S3 | B | B | C | C | D | D | A | A | B | D | A | B | 178.75 | 46.73 | ALTA |
| | 14 | 2 | S3 | D | B | A | A | D | A | A | C | A | A | B | A | 63.75 | 16.67 | BAJA |
| | 15 | 1 | S3 | B | B | B | B | D | C | A | A | C | C | A | C | 118.75 | 31.05 | MEDIA |
| | 16 | 1 | S3 | B | B | B | B | D | D | B | A | C | D | A | B | 151.25 | 39.54 | MEDIA |
| | 17 | 2 | S3 | C | B | B | C | D | D | D | B | C | D | D | B | 217.50 | 56.86 | ALTA |
| | 18 | 2 | S3 | D | A | A | B | D | B | C | A | D | A | B | B | 75.00 | 19.61 | BAJA |
| | 19 | 2 | S3 | D | A | A | A | D | B | D | D | A | B | C | A | 127.50 | 33.33 | MEDIA |
| | 20 | 1 | S3 | B | C | C | C | D | B | B | A | C | B | A | C | 151.25 | 39.54 | MEDIA |
| | 21 | 2 | S3 | D | A | B | B | D | B | C | A | B | B | B | A | 76.25 | 19.93 | BAJA |
| | 22 | 2 | S3 | D | B | C | C | D | C | C | A | B | B | C | B | 137.50 | 35.95 | MEDIA |
| | 23 | 2 | S3 | D | B | B | A | D | B | C | B | B | B | B | A | 78.75 | 20.59 | MEDIA |
| | 24 | 3 | S3 | D | B | B | A | D | C | A | C | B | C | C | A | 112.50 | 29.41 | MEDIA |
| | 25 | 2 | S3 | D | B | B | B | D | C | A | B | B | C | B | B | 98.75 | 25.82 | MEDIA |
| | 26 | 2 | S3 | C | D | C | D | D | B | A | C | D | B | B | D | 253.75 | 66.34 | ALTA |
| | 27 | 3 | S3 | D | B | B | B | D | C | A | A | B | C | C | A | 95.00 | 24.84 | MEDIA |
| | 28 | 2 | S3 | C | C | C | C | D | C | A | C | B | C | D | B | 180.00 | 47.06 | ALTA |
| | 29 | 1 | S3 | B | D | C | C | D | C | B | A | D | C | A | D | 221.25 | 57.84 | ALTA |
| | 30 | 2 | S3 | D | B | B | B | D | B | B | D | A | B | C | A | 121.25 | 31.70 | MEDIA |
| 31 | 2 | S3 | D | B | C | A | D | B | C | B | B | B | D | A | 95.00 | 24.84 | MEDIA | |
| 12 | 1 | 2 | S3 | D | C | B | C | C | D | A | D | B | D | B | 230.00 | 60.13 | ALTA | |
| | 2 | 2 | S3 | C | C | B | B | C | B | A | C | B | B | B | 98.75 | 25.82 | MEDIA | |
| | 3 | 3 | S3 | D | B | B | A | C | C | A | D | B | C | B | A | 111.25 | 29.08 | MEDIA |
| | 4 | 4 | S3 | D | A | B | B | C | D | A | C | B | C | C | A | 130.00 | 33.99 | MEDIA |
| | 5 | 1 | S3 | B | C | C | B | C | C | A | A | B | A | A | C | 93.75 | 24.51 | MEDIA |
| | 6 | 1 | S3 | B | C | B | C | C | C | A | A | C | C | A | C | 148.75 | 38.89 | MEDIA |
| | 7 | 1 | S3 | A | C | D | D | C | C | A | A | D | C | A | D | 213.75 | 55.88 | ALTA |
| | 8 | 2 | S3 | D | B | B | B | C | A | C | D | A | A | B | A | 90.00 | 23.53 | MEDIA |
| | 8A | 2 | S3 | D | B | A | A | C | C | C | C | B | B | B | A | 92.50 | 24.18 | MEDIA |
| | 9 | 1 | S3 | B | B | B | B | C | B | A | A | B | B | A | C | 78.75 | 20.59 | MEDIA |
| | 10 | 1 | S3 | B | B | B | C | C | C | A | A | C | C | A | C | 133.75 | 34.97 | MEDIA |
| | 11 | 2 | S3 | C | B | A | B | C | A | C | A | D | B | A | B | 75.00 | 19.61 | BAJA |
| | 12 | 3 | S3 | D | C | C | B | C | B | A | C | C | B | B | B | 108.75 | 28.43 | MEDIA |
| | 13 | 2 | S3 | C | B | C | B | C | D | C | A | B | D | B | B | 146.25 | 38.24 | MEDIA |
| | 13A | 1 | S3 | B | C | C | B | C | D | B | A | B | D | A | B | 151.25 | 39.54 | MEDIA |
| 14 | 1 | S3 | B | A | A | B | C | A | A | A | B | A | A | A | 27.50 | 7.19 | BAJA | |
| 15 | 1 | S3 | B | A | B | A | C | C | A | A | B | B | A | A | 51.25 | 13.40 | BAJA | |
| 16 | 3 | S3 | D | C | B | B | C | C | A | B | B | C | C | B | 105.00 | 27.45 | MEDIA | |
| 17 | 2 | S3 | D | C | B | B | C | C | A | D | B | C | B | B | 138.75 | 36.27 | MEDIA | |
| 18 | 2 | S3 | D | C | B | C | C | C | A | D | B | C | B | B | 168.75 | 44.12 | ALTA | |
| 19 | 3 | S3 | D | B | B | B | C | C | A | C | A | C | C | A | 103.75 | 27.12 | MEDIA | |
| 20 | 1 | S3 | B | C | C | B | C | D | B | A | C | D | A | C | 176.25 | 46.08 | ALTA | |
| 20A | 2 | S3 | D | C | C | C | C | D | B | B | B | D | B | C | 206.25 | 53.92 | ALTA | |
| 21 | 1 | S3 | B | B | A | A | C | B | A | A | B | B | A | A | 45.00 | 11.76 | BAJA | |
| 22 | 2 | S3 | C | B | B | B | C | B | A | D | B | B | D | A | 110.00 | 28.76 | MEDIA | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapas de Vivienda Informal | Calificación de cada Parámetro de Evaluación Metodología Benedetti-Petrini | | | | | | | | | | | Índice de Vulnerabilidad Sísmica (Iv) | % Índice Normalizado de Vulnerabilidad Sísmica (Ivn) | Nivel de Vulnerabilidad Sísmica |
|---------|------|-----------------|-------------------------|-----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-------|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | |
| 13 | 1 | 2 | S3 | C | C | B | C | C | D | A | B | C | D | B | C | 203.75 | 53.27 | ALTA |
| | 2 | 2 | S3 | D | B | A | A | C | B | A | A | B | B | D | A | 56.25 | 14.71 | BAJA |
| | 3 | 1 | S3 | B | B | B | B | C | C | D | A | B | C | A | C | 121.25 | 31.70 | MEDIA |
| | 4 | 2 | S3 | D | A | B | A | C | C | A | B | B | B | C | A | 62.50 | 16.34 | BAJA |
| | 5 | 1 | S3 | B | B | A | A | C | B | A | A | A | B | A | A | 43.75 | 11.44 | BAJA |
| | 6 | 1 | S3 | B | C | D | C | C | B | A | A | D | B | A | D | 163.75 | 42.81 | ALTA |
| | 7 | 2 | S3 | D | B | C | B | C | D | A | B | B | D | D | B | 150.00 | 39.22 | MEDIA |
| | 8 | 1 | S3 | B | B | B | B | C | B | A | A | A | B | A | A | 52.50 | 13.73 | BAJA |
| | 9 | 3 | S3 | D | B | B | A | C | D | A | C | B | D | C | A | 147.50 | 38.56 | MEDIA |
| | 10 | 2 | S3 | D | C | B | B | C | C | A | B | B | C | B | C | 118.75 | 31.05 | MEDIA |
| | 10A | 1 | S3 | B | B | B | C | C | B | A | A | C | B | A | C | 113.75 | 29.74 | MEDIA |
| | 11 | 1 | S3 | B | B | B | B | C | B | B | A | B | B | A | B | 61.25 | 16.01 | BAJA |
| | 12 | 1 | S3 | B | B | A | B | C | A | B | A | B | A | A | A | 35.00 | 9.15 | BAJA |
| | 12A | 2 | S3 | C | B | A | C | C | B | D | A | D | B | B | A | 115.00 | 30.07 | MEDIA |
| | 13 | 1 | S3 | B | C | D | D | C | C | C | A | C | C | A | D | 221.25 | 57.84 | ALTA |
| | 14 | 1 | S3 | B | C | C | B | C | C | C | B | A | C | C | A | 126.25 | 33.01 | MEDIA |
| | 15 | 1 | S3 | B | B | B | B | C | C | A | A | B | B | A | C | 88.75 | 23.20 | MEDIA |
| | 16 | 1 | S3 | B | C | C | C | C | C | A | A | B | C | A | B | 128.75 | 33.66 | MEDIA |
| | 17 | 1 | S3 | B | B | B | B | C | B | A | A | B | B | A | A | 53.75 | 14.05 | BAJA |
| | 18 | 1 | S3 | B | A | A | A | C | B | A | A | A | B | A | A | 38.75 | 10.13 | BAJA |
| | 19 | 1 | S3 | C | C | B | B | C | B | A | A | C | B | A | B | 78.75 | 20.59 | MEDIA |
| | 20 | 1 | S3 | B | B | B | B | C | D | A | A | B | D | A | B | 128.75 | 33.66 | MEDIA |
| | 21 | 1 | S3 | B | C | C | C | C | B | A | A | C | B | A | C | 133.75 | 34.97 | MEDIA |
| | 22 | 1 | S3 | B | B | B | B | C | D | A | A | C | D | A | C | 153.75 | 40.20 | ALTA |
| 23 | 1 | S3 | B | B | B | B | C | B | A | A | C | B | A | B | 63.75 | 16.67 | BAJA | |
| 24 | 2 | S3 | D | A | A | A | C | A | A | C | B | A | B | A | 45.00 | 11.76 | BAJA | |
| 14 | 1 | 2 | S3 | D | A | B | A | C | B | A | A | B | C | A | 47.50 | 12.42 | BAJA | |
| | 2 | 1 | S3 | B | C | B | B | C | D | A | A | C | D | A | C | 168.75 | 44.12 | ALTA |
| | 3 | 1 | S3 | B | D | C | D | C | C | A | A | D | B | A | D | 223.75 | 58.50 | ALTA |
| | 4 | 4 | S3 | D | B | C | B | C | C | A | A | C | C | C | B | 95.00 | 24.84 | MEDIA |
| | 5 | 2 | S3 | D | B | C | C | C | C | A | A | C | C | B | B | 118.75 | 31.05 | MEDIA |
| | 6 | 2 | S3 | D | B | C | B | C | C | A | D | B | B | B | B | 118.75 | 31.05 | MEDIA |
| | 7 | 2 | S3 | D | A | B | A | C | B | A | C | B | B | D | A | 77.50 | 20.26 | MEDIA |
| | 8 | 1 | S3 | B | B | A | B | C | B | A | A | A | B | A | A | 51.25 | 13.40 | BAJA |
| | 9 | 2 | S3 | C | B | A | B | C | A | A | B | B | A | B | A | 37.50 | 9.80 | BAJA |
| | 10 | 1 | S3 | B | B | A | B | C | A | A | A | A | A | A | A | 31.25 | 8.17 | BAJA |
| | 11 | 1 | S3 | B | C | B | C | C | D | A | A | B | D | D | B | 185.00 | 48.37 | ALTA |
| | 12 | 2 | S3 | D | A | A | C | C | B | D | A | D | A | B | A | 95.00 | 24.84 | MEDIA |
| 15 | 1 | 1 | S2 | B | C | D | C | B | B | A | A | C | B | A | D | 143.75 | 37.58 | MEDIA |
| | 2 | 1 | S2 | B | C | C | B | B | C | A | A | C | C | A | B | 88.75 | 23.20 | MEDIA |
| | 3 | 1 | S2 | B | C | C | B | B | B | A | B | B | A | B | B | 66.25 | 17.32 | BAJA |
| | 4 | 2 | S2 | D | C | C | C | B | D | A | B | C | D | C | B | 180.00 | 47.06 | ALTA |
| | 5 | 2 | S2 | D | A | A | A | B | A | A | A | B | A | D | A | 16.25 | 4.25 | BAJA |
| | 6 | 2 | S2 | D | C | B | C | B | C | A | A | B | B | D | B | 110.00 | 28.76 | MEDIA |
| | 7 | 1 | S2 | B | D | D | D | B | C | A | A | C | C | A | D | 218.75 | 57.19 | ALTA |
| | 8 | 1 | S2 | B | C | C | B | B | D | A | A | B | D | A | C | 153.75 | 40.20 | ALTA |
| | 9 | 2 | S2 | C | B | C | B | B | C | A | B | C | C | D | B | 90.00 | 23.53 | MEDIA |
| | 10 | 1 | S2 | B | A | B | A | B | B | A | A | B | B | A | A | 26.25 | 6.86 | BAJA |
| | 11 | 1 | S2 | B | D | C | D | B | D | B | A | C | B | A | B | 196.25 | 51.31 | ALTA |
| | 12 | 1 | S2 | B | C | B | B | B | D | A | A | B | D | A | B | 128.75 | 33.66 | MEDIA |
| | 13 | 1 | S2 | B | C | B | C | B | C | A | A | C | B | A | B | 103.75 | 27.12 | MEDIA |
| | 14 | 1 | S2 | B | B | A | B | B | A | A | A | A | A | A | A | 16.25 | 4.25 | BAJA |
| | 15 | 1 | S2 | B | B | A | A | B | B | A | A | A | B | A | A | 28.75 | 7.52 | BAJA |
| | 16 | 2 | S2 | D | C | B | B | B | C | A | B | B | C | B | B | 83.75 | 21.90 | MEDIA |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | Calificación de cada Parámetro de Evaluación Metodología Benedetti-Petrini | | | | | | | | | | | Índice de Vulnerabilidad Sismica (Iv) | % Índice Normalizado de Vulnerabilidad Sismica (Ivn) | Nivel de Vulnerabilidad Sismica |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | |
| 16 | 1 | 1 | S3 | A | C | C | C | D | A | A | D | D | A | D | 228.75 | 59.80 | ALTA | |
| | 2 | 2 | S3 | D | C | C | B | C | C | A | B | C | C | B | 115.00 | 30.07 | MEDIA | |
| | 3 | 1 | S3 | B | C | B | B | C | B | A | A | B | B | A | B | 73.75 | 19.28 | BAJA |
| | 4 | 2 | S3 | D | B | B | B | C | B | A | A | A | B | D | A | 63.75 | 16.67 | BAJA |
| | 5 | 3 | S3 | D | B | B | B | C | C | A | C | A | C | B | A | 97.50 | 25.49 | MEDIA |
| | 6 | 2 | S3 | C | B | C | B | C | C | C | C | C | C | B | B | 126.25 | 33.01 | MEDIA |
| | 6A | 2 | S3 | D | C | C | C | C | C | D | B | C | B | C | B | 157.50 | 41.18 | ALTA |
| | 7 | 3 | S3 | D | C | B | B | C | C | A | D | B | C | B | B | 138.75 | 36.27 | MEDIA |
| | 8 | 1 | S3 | B | C | B | C | C | C | A | A | C | C | A | B | 128.75 | 33.66 | MEDIA |
| | 9 | 1 | S3 | B | C | B | C | C | D | A | A | C | D | A | B | 178.75 | 46.73 | ALTA |
| | 10 | 1 | S3 | A | D | D | D | C | B | A | A | D | B | A | D | 218.75 | 57.19 | ALTA |
| | 11 | 1 | S3 | B | C | B | D | C | C | B | A | C | B | A | C | 171.25 | 44.77 | ALTA |
| | 12 | 1 | S3 | B | B | B | A | C | A | A | A | B | A | A | A | 26.25 | 6.86 | BAJA |
| | 13 | 2 | S3 | C | A | B | B | C | B | A | C | A | B | B | A | 72.50 | 18.95 | BAJA |
| | 14 | 1 | S3 | B | B | B | A | C | B | A | A | B | B | A | A | 46.25 | 12.09 | BAJA |
| | 15 | 2 | S3 | D | A | A | B | C | B | A | D | A | B | B | A | 91.25 | 23.86 | MEDIA |
| | 16 | 2 | S3 | D | A | A | B | C | B | A | A | B | B | C | A | 53.75 | 14.05 | BAJA |
| | 17 | 1 | S3 | B | B | A | A | C | C | B | A | A | B | A | A | 56.25 | 14.71 | BAJA |
| 18 | 1 | S3 | B | B | B | A | C | A | A | A | A | A | A | A | 25.00 | 6.54 | BAJA | |
| 17 | 1 | 2 | S3 | D | A | B | A | D | A | A | B | B | A | C | A | 47.50 | 12.42 | BAJA |
| | 2 | 3 | S3 | D | B | A | B | D | C | A | C | A | C | D | A | 122.50 | 32.03 | MEDIA |
| | 3 | 2 | S3 | C | C | C | C | D | C | A | C | C | C | B | C | 193.75 | 50.65 | ALTA |
| | 4 | 2 | S3 | C | B | C | B | D | C | A | C | C | C | D | C | 160.00 | 41.83 | ALTA |
| | 5 | 2 | S3 | C | C | C | C | D | C | A | C | B | C | C | C | 195.00 | 50.98 | ALTA |
| | 6 | 2 | S3 | D | A | A | A | D | B | A | A | B | B | D | A | 66.25 | 17.32 | BAJA |
| | 7 | 1 | S3 | B | C | C | C | D | D | A | A | B | D | A | B | 193.75 | 50.65 | ALTA |
| | 8 | 2 | S3 | D | A | B | B | D | B | A | A | A | B | B | A | 62.50 | 16.34 | BAJA |
| | 9 | 1 | S3 | B | D | C | C | D | D | A | A | D | D | A | D | 268.75 | 70.26 | ALTA |
| | 10 | 1 | S3 | B | B | B | A | D | A | A | A | A | A | A | A | 40.00 | 10.46 | BAJA |
| | 10A | 1 | S3 | B | B | C | B | D | D | A | A | C | D | A | C | 173.75 | 45.42 | ALTA |
| | 11 | 1 | S3 | B | C | D | D | D | D | A | A | D | D | A | D | 278.75 | 72.88 | ALTA |
| | 12 | 2 | S3 | D | B | A | B | D | A | A | D | B | A | B | A | 92.50 | 24.18 | MEDIA |
| | 13 | 2 | S3 | D | A | B | B | D | A | A | A | A | A | C | A | 48.75 | 12.75 | BAJA |
| | 14 | 2 | S3 | D | A | A | B | D | A | A | B | B | A | C | A | 53.75 | 14.05 | BAJA |
| | 15 | 3 | S3 | D | B | A | B | D | B | A | C | A | B | B | A | 91.25 | 23.86 | MEDIA |
| | 16 | 1 | S3 | B | B | B | B | D | A | A | A | B | A | A | A | 48.75 | 12.75 | BAJA |
| | 17 | 2 | S3 | D | B | B | B | D | C | A | C | B | B | D | B | 120.00 | 31.37 | MEDIA |
| 18 | 1 | S3 | B | B | B | C | D | D | D | A | D | A | A | B | 161.25 | 42.16 | ALTA | |
| 18A | 2 | S3 | D | C | B | B | D | D | B | B | C | D | C | B | 177.50 | 46.41 | ALTA | |
| 18 | 1 | 2 | S3 | C | A | B | C | D | B | A | B | A | A | A | 81.25 | 21.24 | MEDIA | |
| | 2 | 2 | S3 | D | A | A | A | D | C | A | A | B | B | A | A | 65.00 | 16.99 | BAJA |
| | 3 | 1 | S3 | B | B | B | B | D | A | A | A | C | A | A | C | 78.75 | 20.59 | MEDIA |
| | 4 | 1 | S3 | B | C | C | B | D | D | A | A | C | D | A | C | 188.75 | 49.35 | ALTA |
| | 5 | 2 | S3 | C | C | B | B | D | C | A | A | D | C | C | B | 125.00 | 32.68 | MEDIA |
| | 6 | 2 | S3 | C | C | B | B | D | C | A | A | D | C | C | C | 145.00 | 37.91 | MEDIA |
| | 7 | 2 | S3 | D | A | A | A | D | C | A | B | A | A | B | A | 53.75 | 14.05 | BAJA |
| | 8 | 2 | S3 | C | B | B | C | D | D | D | A | C | D | C | A | 202.50 | 52.94 | ALTA |
| | 9 | 1 | S3 | C | C | C | C | D | D | A | A | A | D | A | C | 212.50 | 55.56 | ALTA |
| | 10 | 2 | S3 | B | A | B | B | D | C | D | C | B | D | C | B | 162.50 | 42.48 | ALTA |
| | 11 | 1 | S3 | C | B | C | D | D | D | A | A | C | D | A | C | 233.75 | 61.11 | ALTA |
| | 12 | 1 | S3 | B | B | B | C | D | C | A | A | B | D | A | B | 143.75 | 37.58 | MEDIA |
| | 13 | 1 | S3 | B | B | B | C | D | C | A | A | C | B | A | B | 118.75 | 31.05 | MEDIA |
| | 14 | 1 | S3 | A | D | D | D | D | D | A | C | D | B | D | D | 321.25 | 83.99 | ALTA |
| | 15 | 2 | S3 | C | B | C | C | D | D | A | D | A | C | B | B | 202.50 | 52.94 | ALTA |
| | 15A | 2 | S3 | C | B | C | C | D | D | A | D | A | C | B | B | 202.50 | 52.94 | ALTA |
| | 16 | 1 | S3 | B | B | B | B | D | B | A | B | C | C | A | B | 93.75 | 24.51 | MEDIA |
| 17 | 1 | S3 | B | D | D | D | D | D | A | A | C | D | B | D | 298.75 | 78.10 | ALTA | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | Calificación de cada Parámetro de Evaluación Metodología Benedetti-Petrini | | | | | | | | | | | Índice de Vulnerabilidad Sísmica (Iv) | % Índice Normalizado de Vulnerabilidad Sísmica (Ivn) | Nivel de Vulnerabilidad Sísmica |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | |
| 19 | 1 | 1 | S3 | C | B | C | B | D | B | A | A | A | A | A | B | 62.50 | 16.34 | BAJA |
| | 2 | 2 | S3 | C | B | C | B | D | B | C | A | D | B | A | C | 121.25 | 31.70 | MEDIA |
| | 3 | 1 | S3 | C | A | A | A | D | A | A | A | A | A | A | A | 33.75 | 8.82 | BAJA |
| | 4 | 1 | S3 | B | B | C | B | D | C | B | A | B | C | A | C | 121.25 | 31.70 | MEDIA |
| | 5 | 2 | S3 | D | A | B | B | D | A | A | B | B | B | B | A | 63.75 | 16.67 | BAJA |
| | 6 | 1 | S3 | C | B | C | B | D | C | A | A | C | C | A | B | 103.75 | 27.12 | MEDIA |
| | 7 | 1 | S3 | B | B | D | C | D | D | A | A | C | D | A | C | 208.75 | 54.58 | ALTA |
| | 8 | 2 | S3 | C | B | B | B | D | B | A | B | B | B | B | B | 78.75 | 20.59 | MEDIA |
| | 9 | 2 | S3 | C | C | B | C | D | C | B | C | A | B | B | B | 155.00 | 40.52 | ALTA |
| | 10 | 1 | S3 | B | B | B | C | D | C | A | A | B | C | A | B | 123.75 | 32.35 | MEDIA |
| | 11 | 2 | S3 | D | A | B | A | D | A | A | A | A | A | A | A | 35.00 | 9.15 | BAJA |
| | 12 | 2 | S3 | C | B | C | B | D | B | C | A | D | B | A | C | 121.25 | 31.70 | MEDIA |
| | 13 | 1 | S3 | A | D | B | D | D | D | A | A | A | C | A | D | 262.50 | 68.63 | ALTA |
| | 14 | 1 | S3 | B | B | B | B | D | B | A | A | B | B | A | B | 73.75 | 19.28 | BAJA |
| | 15 | 2 | S3 | C | B | B | B | D | B | C | A | A | A | A | B | 70.00 | 18.30 | BAJA |
| | 16 | 2 | S3 | C | C | B | B | D | B | D | C | A | A | B | C | 140.00 | 36.60 | MEDIA |
| | 17 | 1 | S3 | B | C | C | C | D | D | B | A | A | D | A | C | 215.00 | 56.21 | ALTA |
| | 18 | 1 | S3 | A | B | C | B | D | C | B | A | A | C | A | B | 100.00 | 26.14 | MEDIA |
| | 19 | 1 | S3 | B | D | D | D | D | D | C | A | B | C | A | D | 286.25 | 74.84 | ALTA |
| | 20 | 1 | S3 | C | B | B | B | D | C | B | A | A | B | A | A | 80.00 | 20.92 | MEDIA |
| | 21 | 1 | S3 | C | B | B | A | D | A | B | A | B | A | A | A | 43.75 | 11.44 | BAJA |
| 20 | 1 | 1 | S3 | B | B | C | B | D | C | C | A | C | A | C | B | 97.50 | 25.49 | MEDIA |
| | 2 | 1 | S3 | B | C | C | C | D | D | A | A | B | D | B | C | 213.75 | 55.88 | ALTA |
| | 3 | 1 | S3 | C | A | B | B | D | A | A | A | B | A | A | A | 43.75 | 11.44 | BAJA |
| | 4 | 1 | S3 | A | D | D | D | D | D | A | A | C | D | B | D | 298.75 | 78.10 | ALTA |
| | 5 | 1 | S3 | B | B | B | B | D | C | A | A | B | C | A | B | 93.75 | 24.51 | MEDIA |
| | 6 | 1 | S3 | A | C | D | C | D | D | A | A | C | D | A | D | 243.75 | 63.73 | ALTA |
| | 7 | 1 | S3 | B | B | C | C | D | C | A | A | B | C | A | B | 128.75 | 33.66 | MEDIA |
| | 8 | 2 | S3 | D | B | B | B | D | A | A | B | B | A | B | A | 53.75 | 14.05 | BAJA |
| | 9 | 1 | S3 | C | C | C | C | D | D | A | A | A | D | A | B | 192.50 | 50.33 | ALTA |
| | 10 | 1 | S3 | C | B | B | B | D | A | A | A | A | A | A | B | 52.50 | 13.73 | BAJA |
| | 11 | 1 | S3 | B | C | D | D | D | D | C | A | B | D | A | D | 281.25 | 73.53 | ALTA |
| | 12 | 2 | S3 | C | B | C | B | D | B | A | C | B | B | C | B | 110.00 | 28.76 | MEDIA |
| | 13 | 2 | S3 | C | B | C | B | D | C | A | C | B | A | B | A | 93.75 | 24.51 | MEDIA |
| | 14 | 1 | S3 | C | B | C | C | D | C | A | A | B | B | A | B | 118.75 | 31.05 | MEDIA |
| | 15 | 2 | S3 | D | A | A | A | D | A | B | B | A | A | B | A | 41.25 | 10.78 | BAJA |
| | 16 | 1 | S3 | C | B | C | B | D | C | A | A | B | C | A | B | 98.75 | 25.82 | MEDIA |
| | 17 | 2 | S3 | D | A | A | A | D | C | B | A | B | C | B | A | 77.50 | 20.26 | MEDIA |
| | 18 | 2 | S3 | D | A | A | A | D | A | B | A | B | A | B | A | 37.50 | 9.80 | BAJA |
| | 19 | 1 | S3 | B | C | D | D | D | B | A | A | B | B | A | D | 198.75 | 51.96 | ALTA |
| | 20 | 1 | S3 | B | B | C | B | D | B | A | A | C | B | A | B | 83.75 | 21.90 | MEDIA |
| | 21 | 1 | S3 | C | B | C | B | D | B | A | A | C | B | A | B | 83.75 | 21.90 | MEDIA |
| | 22 | 1 | S3 | B | C | D | C | D | C | A | A | B | C | A | C | 168.75 | 44.12 | ALTA |
| | 23 | 2 | S3 | D | B | C | A | D | A | B | A | D | A | A | C | 83.75 | 21.90 | MEDIA |
| | 24 | 2 | S3 | C | B | C | B | D | C | A | A | B | C | A | A | 93.75 | 24.51 | MEDIA |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | Calificación de cada Parámetro de Evaluación Metodología Benedetti-Petrini | | | | | | | | | | | Índice de Vulnerabilidad Sísmica (Iv) | % Índice Normalizado de Vulnerabilidad Sísmica (Ivn) | Nivel de Vulnerabilidad Sísmica |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | |
| 21 | 1 | 1 | S3 | A | D | D | D | C | D | A | A | C | D | A | D | 283.75 | 74.18 | ALTA |
| | 1A | 2 | S3 | D | B | B | D | C | B | A | A | C | B | A | B | 123.75 | 32.35 | MEDIA |
| | 2 | 1 | S3 | A | D | D | D | C | C | A | A | C | C | A | D | 233.75 | 61.11 | ALTA |
| | 3 | 2 | S3 | C | C | C | C | C | C | C | A | D | C | B | C | 171.25 | 44.77 | ALTA |
| | 4 | 2 | S3 | C | C | C | C | C | B | C | A | D | C | B | C | 161.25 | 42.16 | ALTA |
| | 5 | 2 | S3 | D | B | B | C | C | A | A | B | A | A | C | A | 73.75 | 19.28 | BAJA |
| | 6 | 1 | S3 | C | B | C | B | C | C | A | A | B | C | A | B | 83.75 | 21.90 | MEDIA |
| | 7 | 1 | S3 | C | C | C | C | C | C | A | B | B | B | C | B | 130.00 | 33.99 | MEDIA |
| | 8 | 1 | S3 | B | B | C | B | C | D | A | A | C | D | A | B | 138.75 | 36.27 | MEDIA |
| | 9 | 1 | S3 | B | C | D | C | C | D | A | A | B | D | A | C | 203.75 | 53.27 | ALTA |
| | 10 | 1 | S3 | A | D | D | D | C | D | A | A | C | D | A | D | 283.75 | 74.18 | ALTA |
| | 11 | 1 | S3 | A | D | D | D | C | D | A | A | C | D | A | D | 283.75 | 74.18 | ALTA |
| | 12 | 1 | S3 | B | B | B | B | C | B | A | A | B | B | A | B | 58.75 | 15.36 | BAJA |
| | 13 | 3 | S3 | D | B | B | A | C | A | A | C | C | A | C | A | 62.50 | 16.34 | BAJA |
| | 14 | 2 | S3 | D | B | B | B | C | A | A | B | B | A | C | A | 45.00 | 11.76 | BAJA |
| | 15 | 2 | S3 | C | C | C | C | C | C | A | A | A | C | A | C | 147.50 | 38.56 | MEDIA |
| | 16 | 1 | S3 | B | C | C | C | C | D | A | A | B | D | A | C | 198.75 | 51.96 | ALTA |
| | 17 | 2 | S3 | D | A | A | B | C | B | A | C | A | B | B | A | 71.25 | 18.63 | BAJA |
| | 18 | 1 | S3 | B | B | C | B | C | D | A | A | B | D | A | B | 133.75 | 34.97 | MEDIA |
| | 19 | 1 | S3 | B | D | D | D | C | D | C | A | B | D | A | D | 291.25 | 76.14 | ALTA |
| | 20 | 1 | S3 | A | B | C | B | C | B | A | A | C | B | A | C | 88.75 | 23.20 | MEDIA |
| | 20A | 1 | S3 | B | B | B | B | C | B | A | A | C | B | A | C | 83.75 | 21.90 | MEDIA |
| | 21 | 2 | S3 | C | C | C | B | C | C | A | B | B | C | B | B | 103.75 | 27.12 | MEDIA |
| | 22 | 2 | S3 | C | C | C | C | C | C | A | B | B | C | B | B | 133.75 | 34.97 | MEDIA |
| 23 | 1 | S3 | B | B | C | B | C | B | A | A | B | B | C | B | 70.00 | 18.30 | BAJA | |
| 24 | 2 | S3 | D | C | C | C | C | C | A | C | A | C | B | B | 152.50 | 39.87 | MEDIA | |
| 22 | 1 | 2 | S3 | D | B | C | B | C | C | A | B | B | C | B | B | 88.75 | 23.20 | MEDIA |
| | 2 | 1 | S3 | B | C | C | D | C | D | A | A | A | D | A | B | 207.50 | 54.25 | ALTA |
| | 3 | 2 | S3 | D | B | B | A | C | A | A | B | A | A | B | A | 30.00 | 7.84 | BAJA |
| | 4 | 2 | S3 | D | B | B | A | C | A | A | C | A | A | B | A | 50.00 | 13.07 | BAJA |
| | 5 | 2 | S3 | C | C | D | C | C | D | A | C | B | D | C | C | 235.00 | 61.44 | ALTA |
| | 6 | 1 | S3 | B | C | C | B | C | B | A | A | B | B | A | B | 78.75 | 20.59 | MEDIA |
| | 7 | 1 | S3 | B | B | C | B | C | C | A | A | B | B | A | B | 73.75 | 19.28 | BAJA |
| | 8 | 2 | S3 | C | C | C | B | C | B | A | C | C | B | B | B | 108.75 | 28.43 | MEDIA |
| | 9 | 2 | S3 | D | B | B | B | C | A | A | C | A | A | B | A | 57.50 | 15.03 | BAJA |
| | 10 | 1 | S3 | B | D | C | C | C | D | A | A | C | D | A | C | 228.75 | 59.80 | ALTA |
| | 11 | 2 | S3 | C | C | D | C | C | C | D | D | D | D | D | D | 282.50 | 73.86 | ALTA |
| | 12 | 1 | S3 | B | B | C | C | C | B | A | A | B | B | A | B | 93.75 | 24.51 | MEDIA |
| | 13 | 1 | S3 | B | C | D | D | C | B | A | A | B | B | A | C | 163.75 | 42.81 | ALTA |
| | 14 | 2 | S3 | D | B | B | B | C | B | A | B | B | B | B | A | 58.75 | 15.36 | BAJA |
| | 15 | 2 | S3 | D | B | B | B | C | B | A | B | B | B | B | A | 58.75 | 15.36 | BAJA |
| | 16 | 2 | S3 | D | B | C | B | C | C | A | B | B | B | B | B | 78.75 | 20.59 | MEDIA |
| | 17 | 2 | S3 | D | B | B | B | C | C | A | B | B | C | B | A | 78.75 | 20.59 | MEDIA |
| | 18 | 1 | S3 | B | D | D | D | C | D | A | A | C | D | A | D | 283.75 | 74.18 | ALTA |
| | 19 | 1 | S3 | B | D | D | D | C | D | A | A | C | D | A | D | 283.75 | 74.18 | ALTA |
| | 20 | 2 | S3 | C | C | C | D | C | C | A | A | A | C | A | C | 177.50 | 46.41 | ALTA |
| | 21 | 2 | S3 | D | B | B | C | C | A | A | B | B | A | B | A | 68.75 | 17.97 | BAJA |
| | 22 | 2 | S3 | D | B | C | B | C | A | A | B | B | B | B | A | 58.75 | 15.36 | BAJA |
| | 23 | 2 | S3 | D | B | C | C | C | A | A | B | B | A | A | A | 73.75 | 19.28 | BAJA |
| | 24 | 2 | S3 | D | B | B | A | C | A | A | B | A | A | C | A | 36.25 | 9.48 | BAJA |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | Calificación de cada Parámetro de Evaluación Metodología Benedetti-Petrini | | | | | | | | | | | Índice de Vulnerabilidad Sismica (Iv) | % Índice Normalizado de Vulnerabilidad Sismica (Ivn) | Nivel de Vulnerabilidad Sismica |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | |
| 23 | 1 | 2 | S2 | C | B | C | B | B | D | A | C | B | D | C | B | 150.00 | 39.22 | MEDIA |
| | 2 | 2 | S2 | C | B | B | B | B | C | A | C | B | B | A | A | 73.75 | 19.28 | BAJA |
| | 3 | 1 | S2 | B | B | C | B | B | D | A | C | B | D | C | B | 150.00 | 39.22 | MEDIA |
| | 4 | 2 | S2 | D | B | B | B | B | B | A | C | B | B | C | A | 70.00 | 18.30 | BAJA |
| | 5 | 1 | S2 | B | B | B | A | B | B | A | A | C | B | A | B | 41.25 | 10.78 | BAJA |
| | 6 | 1 | S2 | B | C | C | B | B | B | A | A | C | C | A | C | 98.75 | 25.82 | MEDIA |
| | 7 | 1 | S2 | A | D | D | D | B | D | A | A | B | D | A | D | 263.75 | 68.95 | ALTA |
| | 8 | 1 | S2 | A | D | D | D | B | D | A | A | C | D | A | D | 268.75 | 70.26 | ALTA |
| | 9 | 1 | S2 | B | B | C | B | B | A | A | A | D | A | A | B | 38.75 | 10.13 | BAJA |
| | 10 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | C | A | A | B | C | A | C | 133.75 | 34.97 | MEDIA |
| | 11 | 1 | S2 | B | C | C | B | B | B | A | B | B | B | C | C | 95.00 | 24.84 | MEDIA |
| | 12 | 2 | S2 | D | B | C | C | B | B | A | B | B | B | C | B | 90.00 | 23.53 | MEDIA |
| | 13 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | D | B | A | C | D | A | C | 191.25 | 50.00 | ALTA |
| | 13A | 2 | S2 | D | B | B | B | B | A | A | C | C | A | B | A | 48.75 | 12.75 | BAJA |
| | 14 | 1 | S2 | B | B | B | A | B | B | A | A | C | B | A | A | 36.25 | 9.48 | BAJA |
| | 15 | 1 | S2 | B | B | C | B | B | C | A | A | D | C | A | A | 73.75 | 19.28 | BAJA |
| | 16 | 1 | S2 | B | C | C | A | B | B | A | A | C | C | A | A | 66.25 | 17.32 | BAJA |
| | 17 | 1 | S2 | B | B | A | A | B | A | A | A | B | A | A | A | 10.00 | 2.61 | BAJA |
| 18 | 1 | S2 | C | B | B | A | B | A | C | A | D | A | A | A | 33.75 | 8.82 | BAJA | |
| 24 | 1 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | B | A | A | B | B | A | C | 113.75 | 29.74 | MEDIA |
| | 2 | 2 | S2 | D | C | B | B | B | C | A | A | C | C | C | B | 90.00 | 23.53 | MEDIA |
| | 3 | 1 | S2 | B | B | C | C | B | B | A | A | B | B | A | B | 78.75 | 20.59 | MEDIA |
| | 4 | 1 | S2 | B | B | C | B | B | B | A | A | B | B | A | B | 48.75 | 12.75 | BAJA |
| | 5 | 2 | S2 | D | B | B | B | B | C | A | B | A | B | B | A | 52.50 | 13.73 | BAJA |
| | 6 | 1 | S2 | B | B | C | B | B | D | A | A | B | D | A | B | 118.75 | 31.05 | MEDIA |
| | 7 | 2 | S2 | C | B | B | C | B | B | A | C | C | B | C | B | 110.00 | 28.76 | MEDIA |
| | 8 | 1 | S2 | B | C | C | B | B | C | C | A | D | C | A | D | 146.25 | 38.24 | MEDIA |
| | 9 | 1 | S2 | B | C | C | B | B | C | A | A | C | C | A | B | 88.75 | 23.20 | MEDIA |
| | 10 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | B | A | A | B | B | A | C | 113.75 | 29.74 | MEDIA |
| | 11 | 2 | S2 | D | B | A | B | B | B | B | B | A | B | B | A | 43.75 | 11.44 | BAJA |
| | 11A | 1 | S2 | A | C | D | D | B | C | D | A | D | C | A | D | 221.25 | 57.84 | ALTA |
| | 12 | 2 | S2 | D | C | B | C | B | D | B | D | B | D | B | B | 206.25 | 53.92 | ALTA |
| | 12A | 2 | S2 | C | B | B | B | B | C | D | D | C | C | B | B | 136.25 | 35.62 | MEDIA |
| | 13 | 1 | S2 | B | B | C | B | B | C | A | A | C | C | A | C | 93.75 | 24.51 | MEDIA |
| | 14 | 1 | S2 | B | C | B | C | B | D | A | A | B | D | A | C | 178.75 | 46.73 | ALTA |
| | 15 | 1 | S2 | B | C | B | C | B | C | A | A | B | B | A | B | 98.75 | 25.82 | MEDIA |
| | 16 | 1 | S2 | A | C | C | C | B | C | A | A | C | C | A | D | 158.75 | 41.50 | ALTA |
| 17 | 1 | S2 | B | C | C | B | B | D | A | A | C | D | A | B | 138.75 | 36.27 | MEDIA | |
| 18 | 2 | S2 | D | C | C | C | B | C | A | B | C | C | B | B | 123.75 | 32.35 | MEDIA | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapas de Vivienda Informal | Calificación de cada Parámetro de Evaluación Metodología Benedetti-Petrini | | | | | | | | | | | Índice de Vulnerabilidad Sísmica (Iv) | % Índice Normalizado de Vulnerabilidad Sísmica (Ivn) | Nivel de Vulnerabilidad Sísmica |
|---------|------|-----------------|-------------------------|-----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | |
| 25 | 1 | 1 | S2 | B | B | C | C | B | B | A | A | C | B | A | C | 103.75 | 27.12 | MEDIA |
| | 2 | 1 | S2 | A | D | D | C | B | C | A | A | D | C | A | D | 193.75 | 50.65 | ALTA |
| | 3 | 2 | S2 | C | B | B | C | B | D | A | A | B | C | C | B | 130.00 | 33.99 | MEDIA |
| | 4 | 2 | S2 | D | A | A | A | B | A | A | A | B | A | C | A | 11.25 | 2.94 | BAJA |
| | 5 | 1 | S2 | A | C | D | C | B | C | A | A | C | C | A | D | 163.75 | 42.81 | ALTA |
| | 6 | 1 | S2 | A | C | D | D | B | D | A | A | D | D | A | D | 248.75 | 65.03 | ALTA |
| | 7 | 2 | S2 | D | A | B | B | B | B | A | B | B | B | C | A | 45.00 | 11.76 | BAJA |
| | 8 | 1 | S2 | A | C | D | C | B | B | A | A | C | B | A | D | 143.75 | 37.58 | MEDIA |
| | 9 | 2 | S2 | D | C | B | C | B | D | A | A | C | D | B | B | 163.75 | 42.81 | ALTA |
| | 10 | 1 | S2 | B | B | C | C | B | C | A | A | C | C | A | C | 123.75 | 32.35 | MEDIA |
| | 11 | 2 | S2 | D | B | A | A | B | A | A | B | A | A | C | A | 20.00 | 5.23 | BAJA |
| | 12 | 2 | S2 | C | C | B | C | B | D | A | C | B | D | B | B | 183.75 | 48.04 | ALTA |
| | 13 | 1 | S2 | B | A | A | B | B | C | A | A | A | B | A | A | 41.25 | 10.78 | BAJA |
| | 14 | 1 | S2 | B | B | B | C | B | C | D | A | D | C | A | B | 126.25 | 33.01 | MEDIA |
| | 14A | 1 | S2 | B | C | B | C | B | D | D | A | B | D | A | C | 201.25 | 52.61 | ALTA |
| | 15 | 1 | S2 | B | B | B | B | B | D | A | A | B | D | A | B | 113.75 | 29.74 | MEDIA |
| | 16 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | D | A | A | B | D | A | B | 163.75 | 42.81 | ALTA |
| | 17 | 1 | S2 | B | A | A | B | B | B | A | A | A | B | A | A | 31.25 | 8.17 | BAJA |
| 18 | 2 | S2 | D | A | B | A | B | C | A | A | B | A | B | A | 21.25 | 5.56 | BAJA | |
| 26 | 1 | 1 | S2 | A | D | C | D | B | D | A | A | C | D | A | D | 263.75 | 68.95 | ALTA |
| | 2 | 1 | S2 | B | B | B | C | B | C | A | A | B | C | A | C | 113.75 | 29.74 | MEDIA |
| | 3 | 1 | S2 | B | B | B | B | B | D | A | A | C | D | A | C | 138.75 | 36.27 | MEDIA |
| | 4 | 1 | S2 | B | B | B | B | B | D | C | A | C | C | A | C | 131.25 | 34.31 | MEDIA |
| | 5 | 2 | S2 | D | A | A | A | B | A | A | C | A | A | D | A | 40.00 | 10.46 | BAJA |
| | 6 | 1 | S2 | B | C | B | C | B | B | A | A | C | B | A | B | 93.75 | 24.51 | MEDIA |
| | 7 | 1 | S2 | B | B | B | B | B | B | C | A | C | B | A | C | 81.25 | 21.24 | MEDIA |
| | 7A | 3 | S2 | B | B | B | B | B | D | B | D | C | D | A | C | 186.25 | 48.69 | ALTA |
| | 8 | 2 | S2 | D | A | A | A | B | A | A | C | A | A | B | A | 28.75 | 7.52 | BAJA |
| | 9 | 2 | S2 | D | A | B | B | B | C | D | B | A | B | C | A | 76.25 | 19.93 | BAJA |
| | 10 | 1 | S2 | C | A | A | A | B | B | D | A | B | B | A | A | 47.50 | 12.42 | BAJA |
| | 11 | 2 | S2 | D | B | B | B | B | A | C | A | B | A | B | A | 31.25 | 8.17 | BAJA |
| | 12 | 2 | S2 | C | B | B | C | B | D | B | A | C | D | D | C | 182.50 | 47.71 | ALTA |
| | 12A | 1 | S2 | B | B | B | B | B | B | B | A | C | B | A | C | 71.25 | 18.63 | BAJA |
| | 13 | 1 | S2 | B | C | B | B | B | D | C | A | C | D | A | B | 146.25 | 38.24 | MEDIA |
| | 13A | 1 | S2 | B | A | B | B | B | A | C | A | B | A | A | A | 26.25 | 6.86 | BAJA |
| | 14 | 1 | S2 | B | A | A | A | B | A | A | A | A | A | A | A | 3.75 | 0.98 | BAJA |
| | 15 | 1 | S2 | B | B | C | B | B | C | A | A | C | B | A | B | 63.75 | 16.67 | BAJA |
| 16 | 1 | S2 | B | C | C | B | B | C | A | A | B | C | A | B | 83.75 | 21.90 | MEDIA | |
| 17 | 2 | S2 | C | C | B | B | B | B | A | D | B | B | D | B | 115.00 | 30.07 | MEDIA | |
| 18 | 1 | S2 | A | C | C | D | B | D | A | A | D | D | A | D | 243.75 | 63.73 | ALTA | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | Calificación de cada Parámetro de Evaluación Metodología Benedetti-Petrini | | | | | | | | | | | Índice de Vulnerabilidad Sísmica (Iv) | % Índice Normalizado de Vulnerabilidad Sísmica (Ivn) | Nivel de Vulnerabilidad Sísmica |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | |
| 27 | 1 | 1 | S2 | A | D | D | C | B | B | A | A | D | B | A | D | 173.75 | 45.42 | ALTA |
| | 2 | 1 | S2 | A | D | C | C | B | B | A | A | C | B | A | D | 163.75 | 42.81 | ALTA |
| | 3 | 1 | S2 | A | C | C | D | B | D | A | A | C | D | A | D | 238.75 | 62.42 | ALTA |
| | 4 | 1 | S2 | B | C | B | B | B | B | A | A | C | B | A | C | 83.75 | 21.90 | MEDIA |
| | 5 | 1 | S2 | A | C | C | D | B | C | B | A | C | C | A | D | 191.25 | 50.00 | ALTA |
| | 5A | 1 | S2 | A | C | D | C | B | B | B | A | D | B | A | D | 151.25 | 39.54 | MEDIA |
| | 6 | 1 | S2 | B | B | B | C | B | D | A | A | B | D | A | C | 163.75 | 42.81 | ALTA |
| | 7 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | C | A | A | C | C | A | C | 138.75 | 36.27 | MEDIA |
| | 8 | 2 | S2 | D | B | B | B | B | A | B | D | A | A | B | A | 65.00 | 16.99 | BAJA |
| | 8A | 1 | S2 | B | B | C | C | B | C | C | A | C | C | A | C | 136.25 | 35.62 | MEDIA |
| | 9 | 2 | S2 | C | D | D | C | B | C | A | A | D | C | C | D | 200.00 | 52.29 | ALTA |
| | 10 | 2 | S2 | D | B | B | A | B | B | A | C | A | B | C | A | 61.25 | 16.01 | BAJA |
| | 11 | 2 | S2 | D | C | B | C | B | B | D | B | B | B | D | B | 127.50 | 33.33 | MEDIA |
| | 12 | 2 | S2 | D | B | C | C | B | C | A | C | B | B | B | B | 113.75 | 29.74 | MEDIA |
| | 13 | 2 | S2 | D | C | B | B | B | B | D | A | B | B | C | B | 87.50 | 22.88 | MEDIA |
| | 13A | 2 | S2 | D | B | C | B | B | D | D | A | C | D | B | B | 146.25 | 38.24 | MEDIA |
| | 14 | 1 | S2 | B | B | C | B | B | C | A | A | C | C | A | B | 73.75 | 19.28 | BAJA |
| | 15 | 1 | S2 | B | C | C | B | B | D | B | A | B | D | A | C | 156.25 | 40.85 | ALTA |
| 15A | 1 | S2 | A | D | D | D | B | C | B | A | C | B | A | D | 211.25 | 55.23 | ALTA | |
| 16 | 1 | S2 | B | B | B | C | B | D | D | A | B | D | A | B | 166.25 | 43.46 | ALTA | |
| 16A | 1 | S2 | B | C | B | B | B | B | B | A | C | B | A | B | 66.25 | 17.32 | BAJA | |
| 17 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | B | C | A | D | C | B | D | 166.25 | 43.46 | ALTA | |
| 18 | 2 | S2 | D | B | A | B | B | B | D | D | B | B | C | A | 111.25 | 29.08 | MEDIA | |
| 28 | 1 | 1 | S2 | B | C | C | B | B | B | A | A | B | B | A | C | 83.75 | 21.90 | MEDIA |
| | 2 | 1 | S2 | A | D | D | C | B | B | C | A | D | B | A | D | 186.25 | 48.69 | ALTA |
| | 3 | 1 | S2 | B | C | B | B | B | C | D | A | D | C | A | D | 151.25 | 39.54 | MEDIA |
| | 4 | 2 | S2 | D | B | B | A | B | B | C | D | B | B | B | A | 88.75 | 23.20 | MEDIA |
| | 5 | 1 | S2 | C | B | A | B | B | B | B | A | B | B | A | A | 40.00 | 10.46 | BAJA |
| | 6 | 1 | S2 | C | C | C | B | B | C | C | A | C | C | A | B | 101.25 | 26.47 | MEDIA |
| | 7 | 1 | S2 | A | C | C | C | B | B | A | A | C | B | A | D | 138.75 | 36.27 | MEDIA |
| | 8 | 1 | S2 | B | C | C | B | B | B | C | A | B | B | A | B | 76.25 | 19.93 | BAJA |
| | 9 | 1 | S2 | B | C | C | B | B | D | B | A | C | D | A | B | 141.25 | 36.93 | MEDIA |
| | 10 | 1 | S2 | A | B | C | C | B | C | B | A | B | C | A | C | 121.25 | 31.70 | MEDIA |
| | 11 | 1 | S2 | B | B | B | C | B | D | B | A | B | D | A | B | 146.25 | 38.24 | MEDIA |
| | 12 | 1 | S2 | B | B | B | C | B | D | B | A | C | D | A | B | 151.25 | 39.54 | MEDIA |
| | 13 | 1 | S2 | C | A | B | B | B | C | A | A | A | B | A | A | 42.50 | 11.11 | BAJA |
| | 14 | 1 | S2 | B | C | C | B | B | D | D | A | C | D | A | B | 161.25 | 42.16 | ALTA |
| | 15 | 1 | S2 | B | B | C | B | B | D | B | A | C | D | A | B | 126.25 | 33.01 | MEDIA |
| | 16 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | D | C | A | C | D | A | B | 181.25 | 47.39 | ALTA |
| 17 | 1 | S2 | A | D | D | D | B | C | C | A | C | C | A | D | 231.25 | 60.46 | ALTA | |
| 18 | 1 | S2 | C | B | B | B | B | C | C | A | C | C | A | B | 81.25 | 21.24 | MEDIA | |
| 19 | 2 | S2 | C | B | B | C | B | C | A | A | C | C | C | B | 105.00 | 27.45 | MEDIA | |
| 20 | 1 | S2 | B | C | B | C | B | B | C | A | C | B | A | B | 106.25 | 27.78 | MEDIA | |
| 21 | 1 | S2 | B | B | B | C | B | C | B | A | B | C | A | C | 116.25 | 30.39 | MEDIA | |
| 22 | 1 | S2 | B | B | B | C | B | C | B | A | B | C | A | C | 116.25 | 30.39 | MEDIA | |
| 23 | 1 | S2 | B | B | C | C | B | B | D | A | B | B | A | C | 121.25 | 31.70 | MEDIA | |
| 24 | 2 | S2 | C | B | C | C | B | C | C | D | B | B | B | B | 146.25 | 38.24 | MEDIA | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | Calificación de cada Parámetro de Evaluación Metodología Benedetti-Petrini | | | | | | | | | | | Índice de Vulnerabilidad Sísmica (Iv) | % Índice Normalizado de Vulnerabilidad Sísmica (Ivn) | Nivel de Vulnerabilidad Sísmica |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | |
| 28A | 1 | 1 | S2 | B | D | D | C | B | D | D | A | C | D | A | D | 261.25 | 68.30 | ALTA |
| | 2 | 1 | S2 | A | C | C | C | B | B | A | A | C | B | A | D | 138.75 | 36.27 | MEDIA |
| | 3 | 1 | S2 | A | C | C | D | B | D | A | A | D | D | A | D | 243.75 | 63.73 | ALTA |
| | 4 | 1 | S2 | A | C | C | C | B | B | A | A | D | B | A | D | 143.75 | 37.58 | MEDIA |
| | 5 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | D | A | A | B | D | A | C | 183.75 | 48.04 | ALTA |
| | 6 | 2 | S2 | D | B | A | A | B | B | A | D | B | B | D | A | 86.25 | 22.55 | MEDIA |
| | 7 | 2 | S2 | D | A | B | A | B | C | A | A | B | B | C | A | 42.50 | 11.11 | BAJA |
| | 8 | 2 | S2 | C | C | C | B | B | D | A | C | C | D | B | B | 163.75 | 42.81 | ALTA |
| | 9 | 1 | S2 | B | B | C | B | B | D | A | A | C | D | A | B | 123.75 | 32.35 | MEDIA |
| | 10 | 1 | S2 | C | B | B | B | B | D | C | A | C | B | A | A | 96.25 | 25.16 | MEDIA |
| | 11 | 2 | S2 | C | B | C | B | B | C | A | C | C | C | D | B | 110.00 | 28.76 | MEDIA |
| | 12 | 1 | S2 | B | B | C | B | B | B | A | A | C | B | A | B | 53.75 | 14.05 | BAJA |
| | 13 | 1 | S2 | B | B | B | C | B | B | A | A | B | B | A | B | 73.75 | 19.28 | BAJA |
| | 14 | 1 | S2 | B | C | B | B | B | B | A | A | B | B | A | B | 58.75 | 15.36 | BAJA |
| | 15 | 1 | S2 | B | B | C | B | B | C | A | A | C | C | A | B | 73.75 | 19.28 | BAJA |
| | 16 | 1 | S2 | B | B | C | B | B | C | A | A | C | C | A | B | 73.75 | 19.28 | BAJA |
| | 17 | 1 | S2 | B | B | C | B | B | C | A | A | B | B | A | C | 78.75 | 20.59 | MEDIA |
| | 18 | 1 | S2 | A | D | C | C | B | B | C | A | D | B | A | D | 181.25 | 47.39 | ALTA |
| | 19 | 1 | S2 | A | C | C | C | B | C | D | A | C | C | A | D | 181.25 | 47.39 | ALTA |
| | 20 | 1 | S2 | B | C | C | B | B | B | D | A | C | B | A | C | 111.25 | 29.08 | MEDIA |
| | 21 | 3 | S2 | D | C | B | B | B | C | D | A | B | C | D | B | 112.50 | 29.41 | MEDIA |
| | 22 | 1 | S2 | B | B | C | B | B | C | C | A | C | C | A | C | 106.25 | 27.78 | MEDIA |
| | 23 | 1 | S2 | B | B | B | B | B | B | C | A | B | B | A | C | 76.25 | 19.93 | BAJA |
| 29 | 1 | 1 | S2 | B | A | B | A | B | A | A | A | B | A | A | A | 6.25 | 1.63 | BAJA |
| | 1A | 1 | S2 | B | B | C | B | B | D | A | A | C | D | A | B | 123.75 | 32.35 | MEDIA |
| | 2 | 1 | S2 | B | C | B | B | B | C | A | A | B | B | A | C | 88.75 | 23.20 | MEDIA |
| | 3 | 1 | S2 | B | B | C | C | B | D | A | A | B | D | A | C | 168.75 | 44.12 | ALTA |
| | 4 | 1 | S2 | B | C | C | B | B | B | B | A | C | B | A | C | 91.25 | 23.86 | MEDIA |
| | 5 | 2 | S2 | D | B | B | B | B | C | C | A | B | B | D | B | 77.50 | 20.26 | MEDIA |
| | 5A | 1 | S2 | B | C | B | B | B | C | D | A | B | C | A | C | 121.25 | 31.70 | MEDIA |
| | 6 | 1 | S2 | B | C | B | C | B | B | A | A | C | B | A | C | 113.75 | 29.74 | MEDIA |
| | 7 | 1 | S2 | B | C | B | B | B | C | C | A | C | C | A | C | 116.25 | 30.39 | MEDIA |
| | 8 | 2 | S2 | D | C | C | C | B | D | A | D | B | D | D | B | 220.00 | 57.52 | ALTA |
| | 9 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | C | C | A | C | C | A | D | 171.25 | 44.77 | ALTA |
| | 10 | 1 | S2 | B | C | B | C | B | D | C | A | B | D | A | B | 171.25 | 44.77 | ALTA |
| | 11 | 1 | S2 | B | B | C | B | B | C | C | A | C | C | A | B | 86.25 | 22.55 | MEDIA |
| | 12 | 1 | S2 | A | B | B | C | B | C | B | A | B | C | A | C | 116.25 | 30.39 | MEDIA |
| | 13 | 1 | S2 | B | C | B | B | B | C | B | A | C | C | A | B | 86.25 | 22.55 | MEDIA |
| | 14 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | C | A | A | B | C | A | C | 133.75 | 34.97 | MEDIA |
| | 15 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | C | D | A | C | C | A | C | 161.25 | 42.16 | ALTA |
| 16 | 1 | S2 | B | B | B | B | B | B | C | A | C | B | A | C | 81.25 | 21.24 | MEDIA | |
| 17 | 1 | S2 | A | D | C | D | B | D | D | A | D | D | A | D | 291.25 | 76.14 | ALTA | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | Calificación de cada Parámetro de Evaluación Metodología Benedetti-Petrini | | | | | | | | | | | Índice de Vulnerabilidad Sísmica (Iv) | % Índice Normalizado de Vulnerabilidad Sísmica (Ivn) | Nivel de Vulnerabilidad Sísmica |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | |
| 29A | 1 | 1 | S2 | A | C | C | D | B | C | C | A | D | C | A | D | 206.25 | 53.92 | ALTA |
| | 2 | 2 | S2 | D | A | B | B | B | C | C | A | A | A | D | A | 51.25 | 13.40 | BAJA |
| | 3 | 1 | S2 | B | C | B | B | B | B | D | A | C | B | A | B | 86.25 | 22.55 | MEDIA |
| | 4 | 1 | S2 | B | B | B | C | B | B | C | A | B | B | A | B | 86.25 | 22.55 | MEDIA |
| | 5 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | C | B | A | C | B | A | B | 111.25 | 29.08 | MEDIA |
| | 6 | 1 | S2 | B | B | B | B | B | C | B | A | C | C | A | B | 71.25 | 18.63 | BAJA |
| | 7 | 1 | S2 | B | D | D | D | B | D | C | A | D | D | A | D | 286.25 | 74.84 | ALTA |
| | 8 | 1 | S2 | B | C | D | C | B | C | B | A | D | C | A | D | 171.25 | 44.77 | ALTA |
| | 9 | 2 | S2 | C | B | C | B | B | B | C | C | C | C | B | B | 101.25 | 26.47 | MEDIA |
| | 10 | 1 | S2 | B | C | D | D | B | C | D | A | D | C | A | D | 221.25 | 57.84 | ALTA |
| | 11 | 1 | S2 | B | D | D | C | B | D | B | A | C | D | A | D | 241.25 | 63.07 | ALTA |
| | 12 | 1 | S2 | B | C | B | C | B | C | C | A | C | C | A | B | 126.25 | 33.01 | MEDIA |
| | 13 | 1 | S2 | B | D | D | D | B | D | A | A | C | D | A | D | 268.75 | 70.26 | ALTA |
| 30 | 1 | 2 | S2 | C | D | D | D | B | D | A | A | D | D | C | D | 280.00 | 73.20 | ALTA |
| | 2 | 2 | S2 | C | C | B | C | B | C | A | C | B | B | D | C | 155.00 | 40.52 | ALTA |
| | 3 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | C | A | A | B | C | A | B | 113.75 | 29.74 | MEDIA |
| | 4 | 1 | S2 | B | B | C | C | B | D | B | A | B | D | A | C | 171.25 | 44.77 | ALTA |
| | 5 | 2 | S2 | D | A | B | B | B | B | B | A | B | B | D | A | 47.50 | 12.42 | BAJA |
| | 6 | 1 | S2 | B | B | C | C | B | D | D | A | B | D | A | C | 191.25 | 50.00 | ALTA |
| | 7 | 2 | S2 | D | A | B | A | B | A | C | C | A | A | D | A | 53.75 | 14.05 | BAJA |
| | 8 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | D | B | A | C | D | A | B | 171.25 | 44.77 | ALTA |
| | 9 | 1 | S2 | B | C | B | C | B | B | B | A | B | B | A | B | 91.25 | 23.86 | MEDIA |
| | 10 | 1 | S2 | A | D | D | D | B | D | D | A | C | D | A | D | 291.25 | 76.14 | ALTA |
| | 11 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | D | A | A | B | D | A | C | 183.75 | 48.04 | ALTA |
| | 12 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | D | B | A | C | D | A | C | 191.25 | 50.00 | ALTA |
| | 13 | 1 | S2 | B | C | B | C | B | B | A | A | C | B | A | C | 113.75 | 29.74 | MEDIA |
| 14 | 1 | S2 | B | B | B | C | B | D | D | A | D | C | A | C | 176.25 | 46.08 | ALTA | |
| 15 | 1 | S2 | B | B | A | A | B | B | A | A | B | B | A | A | 30.00 | 7.84 | BAJA | |
| 16 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | B | A | A | B | B | A | B | 93.75 | 24.51 | MEDIA | |
| 17 | 1 | S2 | B | C | B | B | B | C | A | A | C | B | A | C | 93.75 | 24.51 | MEDIA | |
| 18 | 1 | S2 | B | B | C | B | B | B | A | A | C | B | A | C | 73.75 | 19.28 | BAJA | |
| 19 | 1 | S2 | B | B | C | C | B | B | A | A | B | B | A | B | 78.75 | 20.59 | MEDIA | |
| 20 | 1 | S2 | B | C | C | B | B | C | A | A | B | C | A | B | 83.75 | 21.90 | MEDIA | |
| 21 | 1 | S2 | B | C | C | C | B | D | A | A | B | D | A | B | 163.75 | 42.81 | ALTA | |
| 22 | 2 | S2 | D | A | A | A | B | B | C | A | A | B | B | A | 36.25 | 9.48 | BAJA | |
| 23 | 2 | S2 | D | A | B | B | B | B | A | D | A | B | B | A | 77.50 | 20.26 | MEDIA | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | Calificación de cada Parámetro de Evaluación Metodología Benedetti-Petrini | | | | | | | | | | | Índice de Vulnerabilidad Sísmica (Iv) | % Índice Normalizado de Vulnerabilidad Sísmica (Ivn) | Nivel de Vulnerabilidad Sísmica |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | |
| 31 | 1 | 2 | S3 | D | A | A | A | C | B | B | B | A | B | D | A | 57.50 | 15.03 | BAJA |
| | 1A | 2 | S3 | D | A | A | A | C | A | C | A | A | A | C | A | 37.50 | 9.80 | BAJA |
| | 2 | 1 | S3 | B | C | B | C | C | D | C | A | B | D | A | B | 186.25 | 48.69 | ALTA |
| | 2A | 2 | S3 | D | B | A | A | C | C | B | D | B | B | D | A | 113.75 | 29.74 | MEDIA |
| | 3 | 2 | S3 | D | C | C | C | C | B | C | B | B | D | D | B | 137.50 | 35.95 | MEDIA |
| | 4 | 1 | S3 | A | C | C | C | C | D | C | A | B | D | A | B | 191.25 | 50.00 | ALTA |
| | 5-6 | 1 | S3 | B | B | B | C | C | B | A | A | C | B | A | B | 93.75 | 24.51 | MEDIA |
| | 7 | 1 | S3 | B | B | C | B | C | D | A | A | C | D | A | C | 158.75 | 41.50 | ALTA |
| | 8 | 1 | S3 | B | C | B | C | C | D | D | A | B | D | A | C | 216.25 | 56.54 | ALTA |
| | 9 | 1 | S3 | B | C | C | C | C | C | D | A | B | C | A | B | 151.25 | 39.54 | MEDIA |
| | 10 | 1 | S3 | A | D | C | D | C | C | A | A | D | C | A | D | 233.75 | 61.11 | ALTA |
| | 11 | 1 | S3 | B | B | C | C | C | B | D | A | C | B | A | B | 121.25 | 31.70 | MEDIA |
| | 12 | 1 | S3 | B | B | C | C | C | B | D | A | B | D | A | B | 116.25 | 30.39 | MEDIA |
| | 13 | 1 | S3 | A | C | D | D | C | D | C | A | C | D | A | D | 271.25 | 70.92 | ALTA |
| | 14 | 1 | S3 | B | B | C | B | C | D | A | A | B | D | A | C | 153.75 | 40.20 | ALTA |
| | 15 | 1 | S3 | B | C | B | C | C | C | D | A | C | C | A | B | 151.25 | 39.54 | MEDIA |
| | 16 | 1 | S3 | B | B | B | B | C | C | B | A | C | C | A | B | 86.25 | 22.55 | MEDIA |
| | 17 | 2 | S3 | C | C | C | C | C | B | D | B | B | B | C | B | 142.50 | 37.25 | MEDIA |
| | 18 | 1 | S3 | B | C | C | B | C | B | D | A | D | B | A | C | 131.25 | 34.31 | MEDIA |
| | 19 | 1 | S3 | B | B | B | B | C | C | D | A | B | C | A | B | 101.25 | 26.47 | MEDIA |
| | 20 | 1 | S3 | B | B | B | B | C | B | A | A | B | B | A | C | 78.75 | 20.59 | MEDIA |
| | 21 | 1 | S3 | B | B | B | C | C | C | D | A | B | B | A | B | 121.25 | 31.70 | MEDIA |
| | 22 | 1 | S3 | B | B | B | C | C | C | C | A | B | C | A | C | 141.25 | 36.93 | MEDIA |
| | 23 | 1 | S3 | B | C | C | B | C | D | A | A | C | D | A | B | 153.75 | 40.20 | ALTA |
| | 24 | 1 | S3 | A | D | D | C | C | D | B | A | C | D | A | D | 256.25 | 66.99 | ALTA |
| | 25 | 1 | S3 | B | C | C | C | C | B | C | A | C | B | A | B | 126.25 | 33.01 | MEDIA |
| 26 | 1 | S3 | A | D | D | D | C | B | C | A | C | B | A | D | 226.25 | 59.15 | ALTA | |
| 32 | 1 | 1 | S3 | B | C | C | C | C | B | A | A | C | B | A | B | 113.75 | 29.74 | MEDIA |
| | 2 | 1 | S3 | B | C | C | C | C | D | B | A | B | D | A | B | 181.25 | 47.39 | ALTA |
| | 3 | 1 | S3 | B | C | C | B | C | C | B | A | C | C | A | B | 106.25 | 27.78 | MEDIA |
| | 4 | 1 | S3 | B | C | B | C | C | D | D | A | B | D | A | B | 196.25 | 51.31 | ALTA |
| | 5 | 1 | S3 | B | B | B | C | C | C | B | A | C | C | A | B | 116.25 | 30.39 | MEDIA |
| | 6 | 1 | S3 | B | C | C | C | C | B | B | A | B | B | A | B | 111.25 | 29.08 | MEDIA |
| | 7 | 1 | S3 | B | B | B | B | C | B | A | A | C | B | A | B | 63.75 | 16.67 | BAJA |
| | 8 | 1 | S3 | B | A | A | B | C | A | A | A | A | A | A | A | 26.25 | 6.86 | BAJA |
| | 9 | 2 | S3 | D | B | B | B | C | A | C | D | A | A | D | A | 101.25 | 26.47 | MEDIA |
| | 10 | 2 | S3 | D | B | B | B | C | C | B | D | B | A | D | A | 107.50 | 28.10 | MEDIA |
| | 11 | 1 | S3 | C | A | B | B | C | B | C | A | B | B | A | A | 61.25 | 16.01 | BAJA |
| | 12 | 1 | S3 | B | C | B | B | C | B | D | A | B | B | A | C | 116.25 | 30.39 | MEDIA |
| | 13 | 2 | S3 | D | B | B | B | C | B | C | C | A | B | C | A | 96.25 | 25.16 | MEDIA |
| | 14 | 1 | S3 | A | D | C | C | C | C | A | A | C | C | A | D | 198.75 | 51.96 | ALTA |
| | 15 | 1 | S3 | B | C | B | B | C | C | B | A | C | C | A | B | 101.25 | 26.47 | MEDIA |
| | 16 | 1 | S3 | B | A | B | A | C | B | B | A | A | B | A | A | 42.50 | 11.11 | BAJA |
| | 17 | 1 | S3 | B | A | A | B | C | B | B | A | B | B | A | A | 50.00 | 13.07 | BAJA |
| | 18 | 1 | S3 | B | C | B | C | C | C | D | A | B | B | A | B | 136.25 | 35.62 | MEDIA |
| | 19 | 1 | S3 | B | B | B | B | C | C | D | A | C | C | A | C | 126.25 | 33.01 | MEDIA |
| | 20 | 1 | S3 | B | B | C | C | C | C | A | A | B | C | A | C | 133.75 | 34.97 | MEDIA |
| | 21 | 1 | S3 | B | B | B | C | C | C | D | A | C | C | A | C | 156.25 | 40.85 | ALTA |
| | 22 | 2 | S3 | C | C | C | C | C | D | B | B | C | D | C | B | 197.50 | 51.63 | ALTA |
| | 23 | 1 | S3 | B | B | C | B | C | D | D | A | B | D | A | C | 176.25 | 46.08 | ALTA |
| | 24 | 1 | S3 | B | C | C | C | C | C | D | A | D | C | A | C | 181.25 | 47.39 | ALTA |
| | 25 | 1 | S3 | B | C | C | B | C | D | B | A | B | D | A | C | 171.25 | 44.77 | ALTA |
| | 26 | 1 | S3 | B | C | B | B | C | D | C | A | B | D | A | C | 176.25 | 46.08 | ALTA |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | Calificación de cada Parámetro de Evaluación Metodología Benedetti-Petrini | | | | | | | | | | | Índice de Vulnerabilidad Sísmica (Iv) | % Índice Normalizado de Vulnerabilidad Sísmica (Ivn) | Nivel de Vulnerabilidad Sísmica |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | |
| 33 | 1 | 1 | S3 | A | C | C | D | D | B | A | A | C | B | A | D | 198.75 | 51.96 | ALTA |
| | 2 | 1 | S3 | B | C | B | C | D | D | B | A | C | D | A | C | 216.25 | 56.54 | ALTA |
| | 3 | 1 | S3 | B | B | B | B | D | B | C | A | B | B | A | B | 86.25 | 22.55 | MEDIA |
| | 4 | 1 | S3 | B | C | C | C | D | B | D | A | C | B | A | B | 151.25 | 39.54 | MEDIA |
| | 5 | 3 | S3 | D | B | C | C | D | C | C | D | B | C | C | B | 192.50 | 50.33 | ALTA |
| | 6 | 1 | S3 | B | C | C | B | D | D | B | A | B | D | A | B | 166.25 | 43.46 | ALTA |
| | 7 | 2 | S3 | C | C | C | D | D | D | A | C | D | D | C | D | 305.00 | 79.74 | ALTA |
| | 8 | 1 | S3 | B | B | C | C | D | D | D | A | C | D | A | B | 206.25 | 53.92 | ALTA |
| | 9 | 2 | S3 | D | C | C | C | D | D | D | A | C | D | C | C | 247.50 | 64.71 | ALTA |
| | 10 | 1 | S3 | B | B | C | C | D | C | B | A | C | C | A | C | 156.25 | 40.85 | ALTA |
| | 11 | 1 | S3 | B | B | B | B | D | C | D | A | D | C | A | B | 126.25 | 33.01 | MEDIA |
| | 12 | 1 | S3 | B | C | B | B | D | C | B | A | B | C | A | C | 131.25 | 34.31 | MEDIA |
| | 13 | 2 | S3 | C | C | B | B | D | C | D | A | C | B | D | B | 137.50 | 35.95 | MEDIA |
| | 14 | 1 | S3 | B | C | C | C | D | C | A | A | C | C | A | B | 148.75 | 38.89 | MEDIA |
| | 15 | 1 | S3 | B | C | B | B | D | D | C | A | B | D | A | B | 171.25 | 44.77 | ALTA |
| | 16 | 1 | S3 | A | C | C | C | D | C | D | A | D | C | A | D | 216.25 | 56.54 | ALTA |
| | 17 | 1 | S3 | B | C | B | B | D | B | B | A | B | B | A | C | 111.25 | 29.08 | MEDIA |
| | 18 | 1 | S3 | B | B | B | C | D | C | C | A | C | C | A | C | 161.25 | 42.16 | ALTA |
| | 19 | 1 | S3 | B | B | B | C | D | C | C | A | C | B | A | B | 131.25 | 34.31 | MEDIA |
| | 20 | 2 | S3 | D | A | B | B | D | A | A | A | A | A | B | A | 42.50 | 11.11 | BAJA |
| | 21 | 1 | S3 | B | B | B | A | D | A | B | A | B | A | A | A | 43.75 | 11.44 | BAJA |
| | 22 | 1 | S3 | B | C | C | B | D | B | D | A | C | B | A | C | 141.25 | 36.93 | MEDIA |
| | 23 | 1 | S3 | B | B | C | C | D | D | D | A | C | D | A | B | 206.25 | 53.92 | ALTA |
| | 24 | 2 | S3 | D | A | A | A | D | A | C | A | A | A | B | A | 46.25 | 12.09 | BAJA |
| | 25 | 1 | S3 | A | C | B | C | D | C | B | A | B | C | A | C | 161.25 | 42.16 | ALTA |
| | 26 | 1 | S3 | B | B | A | B | D | B | D | A | A | B | A | A | 88.75 | 23.20 | MEDIA |
| 34 | 1 | 1 | S3 | B | B | C | C | D | B | A | A | C | B | A | C | 133.75 | 34.97 | MEDIA |
| | 2 | 2 | S3 | D | C | C | B | D | D | A | C | D | B | B | 191.25 | 50.00 | ALTA | |
| | 3 | 1 | S3 | B | C | C | C | D | B | C | A | B | B | A | C | 156.25 | 40.85 | ALTA |
| | 4 | 1 | S3 | B | A | A | B | D | B | C | A | A | B | A | A | 73.75 | 19.28 | BAJA |
| | 5 | 1 | S3 | A | C | C | C | D | B | C | A | C | B | A | D | 181.25 | 47.39 | ALTA |
| | 6 | 1 | S3 | B | B | B | C | D | B | C | A | B | B | A | B | 116.25 | 30.39 | MEDIA |
| | 7 | 1 | S3 | B | C | C | C | D | B | A | A | D | B | A | D | 173.75 | 45.42 | ALTA |
| | 8 | 1 | S3 | B | A | A | A | D | B | D | A | B | B | A | A | 77.50 | 20.26 | MEDIA |
| | 9 | 1 | S3 | B | B | B | B | D | C | B | A | C | C | A | B | 101.25 | 26.47 | MEDIA |
| | 10 | 1 | S3 | B | C | B | C | D | C | D | A | B | C | A | B | 161.25 | 42.16 | ALTA |
| | 11 | 1 | S3 | B | B | C | C | D | C | B | A | B | C | A | B | 131.25 | 34.31 | MEDIA |
| | 12 | 1 | S3 | A | C | C | C | D | D | C | A | C | D | A | D | 251.25 | 65.69 | ALTA |
| | 13 | 1 | S3 | A | D | D | C | D | C | D | A | D | C | A | D | 246.25 | 64.38 | ALTA |
| | 14 | 1 | S3 | A | C | D | C | D | C | A | A | C | C | A | D | 193.75 | 50.65 | ALTA |
| | 15 | 1 | S3 | B | C | B | C | D | C | C | A | B | B | A | B | 141.25 | 36.93 | MEDIA |
| | 16 | 2 | S3 | C | B | A | B | D | A | C | B | B | A | D | A | 76.25 | 19.93 | BAJA |
| | 17 | 2 | S3 | C | A | B | B | D | C | D | B | B | B | B | A | 101.25 | 26.47 | MEDIA |
| | 18 | 2 | S3 | D | B | B | A | D | A | C | C | B | A | D | A | 90.00 | 23.53 | MEDIA |
| | 19 | 1 | S3 | B | B | A | A | D | B | C | A | A | B | A | A | 71.25 | 18.63 | BAJA |
| | 20 | 1 | S3 | B | B | A | B | D | B | C | A | B | B | A | A | 80.00 | 20.92 | MEDIA |
| | 21 | 1 | S3 | B | C | B | B | D | C | A | A | C | C | A | C | 133.75 | 34.97 | MEDIA |
| | 22 | 1 | S3 | B | B | B | C | D | C | B | A | C | C | A | B | 131.25 | 34.31 | MEDIA |
| | 23 | 2 | S3 | C | B | B | C | D | A | D | D | A | C | B | 167.50 | 43.79 | ALTA | |
| | 24 | 1 | S3 | C | C | B | C | D | D | B | A | B | D | A | B | 191.25 | 50.00 | ALTA |
| | 25 | 1 | S3 | A | C | D | D | D | C | C | A | C | C | A | D | 236.25 | 61.76 | ALTA |
| | 26 | 1 | S3 | B | C | B | C | D | D | C | A | B | D | A | B | 201.25 | 52.61 | ALTA |

ANEXO 7

***RESULTADOS GENERALES DE EVALUACIÓN
DEL NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DE LAS
EDIFICACIONES EN EL P.J. SAN JUAN,
CHIMBOTE***

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Nivel De Riesgo Sísmico a partir del índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 1 | 1 | 1 | S3 | B | 35.97 | 44.07 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 1A | 1 | S3 | B | 12.35 | 19.89 | 66.43 | 86.01 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 2 | 2 | S3 | D | 19.59 | 27.75 | 85.78 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 3 | 2 | S3 | D | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 3A | 1 | S3 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 1 | S3 | B | 50.13 | 57.43 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 1 | S3 | B | 11.43 | 18.84 | 63.88 | 82.99 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 6 | 1 | S3 | B | 13.88 | 21.61 | 70.59 | 90.90 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 8 | 1 | S3 | B | 82.63 | 87.24 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 1 | S3 | B | 39.81 | 47.73 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 2 | S3 | D | 12.60 | 20.17 | 67.09 | 86.79 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 11 | 1 | S3 | B | 20.33 | 28.53 | 87.74 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 12 | 2 | S3 | D | 17.49 | 25.53 | 80.23 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S3 | B | 8.22 | 15.02 | 54.63 | 71.77 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 13A | 1 | S3 | B | 13.61 | 21.31 | 69.87 | 90.06 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 14 | 2 | S3 | D | 30.80 | 39.06 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 15 | 1 | S3 | B | 9.64 | 16.74 | 58.81 | 76.88 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| 16 | 2 | S3 | D | 21.90 | 30.15 | 91.85 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO | |
| 16A | 1 | S3 | B | 43.99 | 51.68 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO | |
| 17 | 2 | S3 | D | 55.21 | 62.13 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | |
| 1A | 1-2 | 2 | S3 | C | 21.10 | 29.33 | 89.76 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 3-4 | 1 | S3 | B | 8.81 | 15.74 | 56.38 | 73.92 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 5 | 1 | S3 | B | 9.13 | 16.12 | 57.32 | 75.07 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 1 | 1 | S3 | B | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 2 | S3 | D | 14.71 | 22.53 | 72.83 | 93.51 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 3 | 2 | S3 | D | 21.90 | 30.15 | 91.85 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3A | 2 | S3 | D | 18.51 | 26.62 | 82.94 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 4 | 1 | S3 | B | 10.39 | 17.63 | 60.95 | 79.47 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 5 | 1 | S3 | B | 12.35 | 19.89 | 66.43 | 86.01 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 6 | 2 | S3 | D | 9.82 | 16.96 | 59.33 | 77.51 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 7 | 3 | S3 | D | 15.29 | 23.16 | 74.39 | 95.31 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 8 | 2 | S3 | C | 93.13 | 96.80 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 1 | S3 | B | 21.10 | 29.33 | 89.76 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S3 | B | 30.26 | 38.54 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 1 | S3 | B | 11.66 | 19.10 | 64.50 | 83.72 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 12 | 1 | S3 | B | 35.97 | 44.07 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 13 | 2 | S3 | D | 17.49 | 25.53 | 80.23 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO |
| 14 | | 2 | S3 | D | 34.76 | 42.91 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| 15 | | 3 | S3 | D | 30.26 | 38.54 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| 16 | | 3 | S3 | D | 44.72 | 52.37 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| 16A | | 2 | S3 | C | 69.86 | 75.60 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| 17 | | 2 | S3 | D | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| 18 | | 2 | S3 | D | 25.80 | 34.11 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| 20 | | 2 | S3 | C | 37.85 | 45.87 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| 21 | | 1 | S3 | B | 13.35 | 21.02 | 69.15 | 89.22 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| 21A | | 1 | S3 | B | 16.20 | 24.15 | 76.81 | 98.10 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| 22 | | 2 | S3 | C | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| 22A | | 1 | S3 | B | 31.34 | 39.59 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Nivel De Riesgo Sísmico a partir del índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 3 | 1 | 3 | S3 | D | 59.77 | 66.34 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 1 | S3 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2A | 2 | S3 | D | 20.33 | 28.53 | 87.74 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 3 | 3 | S3 | D | 25.34 | 33.65 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3A | 1 | S3 | B | 20.33 | 28.53 | 87.74 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 4 | 2 | S3 | D | 13.10 | 20.73 | 68.45 | 88.40 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 5 | 3 | S3 | D | 11.66 | 19.10 | 64.50 | 83.72 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 6 | 3 | S3 | D | 23.14 | 31.42 | 95.10 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 1 | S3 | B | 10.80 | 18.10 | 62.09 | 80.84 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 8 | 3 | S3 | D | 14.15 | 21.91 | 71.32 | 91.76 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 9 | 4 | S3 | D | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9A | 1 | S3 | B | 82.63 | 87.24 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 2 | S3 | C | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10A | 4 | S3 | D | 61.68 | 68.10 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 3 | S3 | D | 75.43 | 80.69 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12 | 2 | S3 | C | 59.77 | 66.34 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| 13 | 1 | S3 | B | 12.84 | 20.45 | 67.77 | 87.59 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO | |
| 14 | 2 | S3 | D | 10.39 | 17.63 | 60.95 | 79.47 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO | |
| 14A | 2 | S3 | C | 54.33 | 61.32 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | |
| 15 | 2 | S3 | D | 9.64 | 16.74 | 58.81 | 76.88 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | |
| 16 | 2 | S3 | C | 68.79 | 74.62 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | |
| 16A | 2 | S3 | D | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO | |
| 4 | 1 | 3 | S3 | D | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 1 | S3 | B | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 1 | S3 | B | 13.35 | 21.02 | 69.15 | 89.22 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 4 | 1 | S3 | C | 24.88 | 33.19 | 99.66 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 1 | S3 | B | 11.66 | 19.10 | 64.50 | 83.72 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 6 | 2 | S3 | C | 37.85 | 45.87 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 2 | S3 | D | 86.44 | 90.71 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 1 | S3 | B | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 2 | S3 | D | 16.51 | 24.49 | 77.65 | 99.06 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 10 | 2 | S3 | C | 13.88 | 21.61 | 70.59 | 90.90 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 11 | 2 | S3 | C | 63.64 | 69.90 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12 | 1 | S3 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S3 | A | 95.93 | 99.34 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 14 | 2 | S3 | D | 72.05 | 77.60 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 15 | 1 | S3 | B | 75.43 | 80.69 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 16 | 1 | S3 | B | 8.65 | 15.55 | 55.92 | 73.36 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapas de Vivienda Informal | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Nivel De Riesgo Sísmico a partir del índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|-------------------------|-----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 5 | 1 | 2 | S3 | D | 26.74 | 35.05 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 3 | S3 | D | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 2 | S3 | D | 43.26 | 51.00 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 1 | S3 | B | 70.95 | 76.59 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 2 | S3 | D | 10.01 | 17.18 | 59.86 | 78.15 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 6 | 2 | S3 | D | 20.33 | 28.53 | 87.74 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 7 | 1 | S3 | B | 8.97 | 15.93 | 56.84 | 74.49 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 8 | 2 | S3 | D | 97.36 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 2 | S3 | C | 63.64 | 69.90 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 3 | S3 | D | 45.46 | 53.06 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 1 | S3 | B | 14.15 | 21.91 | 71.32 | 91.76 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 12 | 2 | S3 | C | 43.26 | 51.00 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S3 | B | 12.12 | 19.62 | 65.77 | 85.24 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 14 | 3 | S3 | D | 24.88 | 33.19 | 99.66 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 15 | 2 | S3 | C | 63.64 | 69.90 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 16 | 1 | S3 | B | 24.44 | 32.74 | 98.50 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| 6 | 1 | 2 | S3 | D | 15.00 | 22.84 | 73.60 | 94.40 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 2 | 2 | S3 | C | 52.62 | 59.74 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 2 | S3 | D | 8.09 | 14.85 | 54.22 | 71.27 | MODERADO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 4 | 2 | S3 | D | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 2 | S3 | D | 9.47 | 16.53 | 58.30 | 76.26 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 6 | 3 | S3 | D | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 2 | S3 | D | 15.00 | 22.84 | 73.60 | 94.40 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 8 | 2 | S3 | D | 43.26 | 51.00 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 1 | S3 | B | 34.76 | 42.91 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 3 | S3 | D | 12.84 | 20.45 | 67.77 | 87.59 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| 7 | 1 | 2 | S3 | D | 15.00 | 22.84 | 73.60 | 94.40 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 2 | 3 | S3 | D | 15.00 | 22.84 | 73.60 | 94.40 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 2A | 1 | S3 | B | 9.13 | 16.12 | 57.32 | 75.07 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 3 | 1 | S3 | B | 10.01 | 17.18 | 59.86 | 78.15 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 4 | 4 | S3 | D | 50.13 | 57.43 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 2 | S3 | D | 42.55 | 50.33 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 6 | 3 | S3 | D | 7.83 | 14.53 | 53.44 | 70.30 | MODERADO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 6A | 1 | S3 | B | 10.59 | 17.86 | 61.52 | 80.15 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 7 | 1 | S3 | B | 16.83 | 24.83 | 78.50 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 8 | 2 | S3 | D | 8.36 | 15.19 | 55.05 | 72.29 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| 9 | 2 | S3 | D | 24.00 | 32.29 | 97.35 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO | |
| 10 | 2 | S3 | C | 52.62 | 59.74 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Nivel De Riesgo Sísmico a partir del índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 8 | 1 | 2 | S3 | C | 33.01 | 41.22 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 1 | S3 | B | 21.10 | 29.33 | 89.76 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 3 | 2 | S3 | B | 73.16 | 78.61 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 1 | S3 | B | 42.55 | 50.33 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 2 | S3 | D | 25.34 | 33.65 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 6 | 1 | S3 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 1 | S3 | B | 6.83 | 13.25 | 50.22 | 66.29 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 8 | 2 | S3 | C | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 9 | 1 | S3 | B | 7.48 | 14.09 | 52.35 | 68.95 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 10 | 3 | S3 | D | 8.65 | 15.55 | 55.92 | 73.36 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| 9 | 1 | 2 | S3 | C | 91.76 | 95.55 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 1 | S3 | B | 32.45 | 40.67 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 2 | S3 | D | 8.51 | 15.37 | 55.48 | 72.82 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 4 | 2 | S3 | D | 7.27 | 13.82 | 51.68 | 68.12 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 5 | 1 | S3 | B | 8.65 | 15.55 | 55.92 | 73.36 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 6 | 2 | S3 | D | 7.38 | 13.96 | 52.01 | 68.53 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 7 | 3 | S3 | D | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 8 | 1 | S3 | B | 17.49 | 25.53 | 80.23 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 9 | 2 | S3 | C | 50.95 | 58.19 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S3 | B | 75.43 | 80.69 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 2 | S3 | D | 10.01 | 17.18 | 59.86 | 78.15 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 12 | 3 | S3 | D | 19.22 | 27.37 | 84.82 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S3 | B | 16.83 | 24.83 | 78.50 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 14 | 2 | S3 | D | 13.35 | 21.02 | 69.15 | 89.22 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 14A | 1 | S3 | B | 11.89 | 19.36 | 65.13 | 84.47 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 15 | 1 | S3 | B | 7.96 | 14.69 | 53.83 | 70.78 | MODERADO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 16 | 1 | S3 | B | 13.35 | 21.02 | 69.15 | 89.22 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 17 | 1 | S3 | B | 38.49 | 46.48 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 17A | 1 | S3 | B | 23.57 | 31.85 | 96.21 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 18 | 2 | S3 | D | 16.20 | 24.15 | 76.81 | 98.10 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| 19 | 2 | S3 | D | 26.27 | 34.58 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO | |
| 20 | 2 | S3 | D | 10.80 | 18.10 | 62.09 | 80.84 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Nivel De Riesgo Sísmico a partir del índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 10 | 1 | 1 | S3 | B | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 2 | S3 | D | 18.51 | 26.62 | 82.94 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 3 | 1 | S3 | B | 82.63 | 87.24 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 3 | S3 | D | 26.74 | 35.05 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4A | 2 | S3 | D | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 5 | 1 | S3 | B | 56.99 | 63.78 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 6 | 2 | S3 | D | 17.49 | 25.53 | 80.23 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 6A | 2 | S3 | C | 27.22 | 35.53 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 2 | S3 | C | 65.66 | 71.75 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 2 | S3 | D | 30.80 | 39.06 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| 9 | 1 | S3 | B | 8.97 | 15.93 | 56.84 | 74.49 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | |
| 10 | 2 | S3 | D | 15.29 | 23.16 | 74.39 | 95.31 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO | |
| 11 | 1 | 2 | S3 | D | 23.14 | 31.42 | 95.10 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 2 | S3 | D | 19.96 | 28.14 | 86.75 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 3 | 2 | S3 | D | 15.00 | 22.84 | 73.60 | 94.40 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 4 | 2 | S3 | C | 89.06 | 93.10 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 1 | S3 | B | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 6 | 2 | S3 | C | 94.52 | 98.06 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 1 | S3 | B | 87.74 | 91.90 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7A | 2 | S3 | C | 44.72 | 52.37 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 1 | S3 | B | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 9 | 1 | S3 | B | 24.44 | 32.74 | 98.50 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 3 | S3 | D | 67.73 | 73.65 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 2 | S3 | D | 9.47 | 16.53 | 58.30 | 76.26 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 12 | 1 | S3 | B | 42.55 | 50.33 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S3 | B | 62.65 | 68.99 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 14 | 2 | S3 | D | 12.35 | 19.89 | 66.43 | 86.01 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 15 | 1 | S3 | B | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 16 | 1 | S3 | B | 43.99 | 51.68 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 17 | 2 | S3 | C | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 18 | 2 | S3 | D | 14.71 | 22.53 | 72.83 | 93.51 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 19 | 2 | S3 | D | 31.89 | 40.12 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 20 | 1 | S3 | B | 43.99 | 51.68 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 21 | 2 | S3 | D | 15.00 | 22.84 | 73.60 | 94.40 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 22 | 2 | S3 | D | 36.59 | 44.66 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 23 | 2 | S3 | D | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 24 | 3 | S3 | D | 25.80 | 34.11 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 25 | 2 | S3 | D | 21.10 | 29.33 | 89.76 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 26 | 2 | S3 | C | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 27 | 3 | S3 | D | 19.96 | 28.14 | 86.75 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 28 | 2 | S3 | C | 63.64 | 69.90 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 29 | 1 | S3 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 30 | 2 | S3 | D | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| 31 | 2 | S3 | D | 19.96 | 28.14 | 86.75 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Nivel De Riesgo Sísmico a partir del índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 12 | 1 | 2 | S3 | D | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 2 | S3 | C | 21.10 | 29.33 | 89.76 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 3 | 3 | S3 | D | 25.34 | 33.65 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 4 | S3 | D | 33.01 | 41.22 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 1 | S3 | B | 19.59 | 27.75 | 85.78 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 6 | 1 | S3 | B | 42.55 | 50.33 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 1 | S3 | A | 95.93 | 99.34 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 2 | S3 | D | 18.51 | 26.62 | 82.94 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 8A | 2 | S3 | D | 19.22 | 27.37 | 84.82 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 9 | 1 | S3 | B | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S3 | B | 34.76 | 42.91 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 2 | S3 | C | 14.71 | 22.53 | 72.83 | 93.51 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 12 | 3 | S3 | D | 24.44 | 32.74 | 98.50 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 2 | S3 | C | 41.16 | 49.01 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13A | 1 | S3 | B | 43.99 | 51.68 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 14 | 1 | S3 | B | 7.38 | 13.96 | 52.01 | 68.53 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 15 | 1 | S3 | B | 10.20 | 17.40 | 60.40 | 78.81 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 16 | 3 | S3 | D | 23.14 | 31.42 | 95.10 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 17 | 2 | S3 | D | 37.21 | 45.26 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 18 | 2 | S3 | D | 55.21 | 62.13 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 19 | 3 | S3 | D | 22.72 | 30.99 | 94.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 20 | 1 | S3 | B | 60.71 | 67.21 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| 20A | 2 | S3 | D | 87.74 | 91.90 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | |
| 21 | 1 | S3 | B | 9.29 | 16.33 | 57.80 | 75.66 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | |
| 22 | 2 | S3 | C | 24.88 | 33.19 | 99.66 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO | |
| 13 | 1 | 2 | S3 | C | 85.15 | 89.54 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 2 | S3 | D | 11.00 | 18.34 | 62.68 | 81.55 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 3 | 1 | S3 | B | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 2 | S3 | D | 12.12 | 19.62 | 65.77 | 85.24 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 5 | 1 | S3 | B | 9.13 | 16.12 | 57.32 | 75.07 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 6 | 1 | S3 | B | 51.78 | 58.96 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 2 | S3 | D | 43.26 | 51.00 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 1 | S3 | B | 10.39 | 17.63 | 60.95 | 79.47 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 9 | 3 | S3 | D | 41.85 | 49.67 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 2 | S3 | D | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10A | 1 | S3 | B | 26.27 | 34.58 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 1 | S3 | B | 11.89 | 19.36 | 65.13 | 84.47 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 12 | 1 | S3 | B | 8.09 | 14.85 | 54.22 | 71.27 | MODERADO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 12A | 2 | S3 | C | 26.74 | 35.05 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S3 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 14 | 1 | S3 | B | 31.34 | 39.59 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 15 | 1 | S3 | B | 18.16 | 26.25 | 82.03 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 16 | 1 | S3 | B | 32.45 | 40.67 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 17 | 1 | S3 | B | 10.59 | 17.86 | 61.52 | 80.15 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 18 | 1 | S3 | B | 8.51 | 15.37 | 55.48 | 72.82 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 19 | 1 | S3 | C | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 20 | 1 | S3 | B | 32.45 | 40.67 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 21 | 1 | S3 | B | 34.76 | 42.91 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 22 | 1 | S3 | B | 45.46 | 53.06 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| 23 | 1 | S3 | B | 12.35 | 19.89 | 66.43 | 86.01 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO | |
| 24 | 2 | S3 | D | 9.29 | 16.33 | 57.80 | 75.66 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Nivel De Riesgo Sísmico a partir del índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 14 | 1 | 2 | S3 | D | 9.64 | 16.74 | 58.81 | 76.88 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 2 | 1 | S3 | B | 55.21 | 62.13 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 1 | S3 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 4 | S3 | D | 19.96 | 28.14 | 86.75 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 5 | 2 | S3 | D | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 6 | 2 | S3 | D | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 2 | S3 | D | 15.29 | 23.16 | 74.39 | 95.31 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 8 | 1 | S3 | B | 10.20 | 17.40 | 60.40 | 78.81 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 9 | 2 | S3 | C | 8.36 | 15.19 | 55.05 | 72.29 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 10 | 1 | S3 | B | 7.71 | 14.38 | 53.07 | 69.84 | MODERADO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 11 | 1 | S3 | B | 67.73 | 73.65 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12 | 2 | S3 | D | 19.96 | 28.14 | 86.75 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| 15 | 1 | 1 | S2 | B | 33.68 | 48.90 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 1 | S2 | B | 15.30 | 24.93 | 73.98 | 97.55 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 3 | 1 | S2 | B | 10.62 | 18.83 | 62.59 | 81.70 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 4 | 2 | S2 | D | 53.19 | 74.77 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 2 | S2 | D | 5.03 | 11.38 | 46.31 | 60.61 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 6 | 2 | S2 | D | 21.11 | 32.47 | 86.64 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 7 | 1 | S2 | B | 83.65 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 1 | S2 | B | 38.36 | 55.06 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 2 | S2 | C | 15.60 | 25.32 | 74.67 | 98.55 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S2 | B | 5.62 | 12.20 | 48.36 | 63.19 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 11 | 1 | S2 | B | 64.56 | 90.04 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12 | 1 | S2 | B | 27.53 | 40.84 | 99.36 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S2 | B | 19.25 | 30.06 | 82.72 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 14 | 1 | S2 | B | 5.03 | 11.38 | 46.31 | 60.61 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 15 | 1 | S2 | B | 5.81 | 12.46 | 48.98 | 63.98 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 16 | 2 | S2 | D | 14.14 | 23.41 | 71.27 | 93.67 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Nivel De Riesgo Sísmico a partir del índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 16 | 1 | 1 | S3 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 2 | S3 | D | 26.74 | 35.05 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 1 | S3 | B | 14.43 | 22.22 | 72.07 | 92.63 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 4 | 2 | S3 | D | 12.35 | 19.89 | 66.43 | 86.01 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 5 | 3 | S3 | D | 20.71 | 28.93 | 88.74 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 6 | 2 | S3 | C | 31.34 | 39.59 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 6A | 2 | S3 | D | 47.75 | 55.20 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 3 | S3 | D | 37.21 | 45.26 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 1 | S3 | B | 32.45 | 40.67 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 1 | S3 | B | 62.65 | 68.99 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S3 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 1 | S3 | B | 56.99 | 63.78 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12 | 1 | S3 | B | 7.27 | 13.82 | 51.68 | 68.12 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 13 | 2 | S3 | C | 14.15 | 21.91 | 71.32 | 91.76 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 14 | 1 | S3 | B | 9.47 | 16.53 | 58.30 | 76.26 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 15 | 2 | S3 | D | 18.86 | 26.99 | 83.87 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 16 | 2 | S3 | D | 10.59 | 17.86 | 61.52 | 80.15 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 17 | 1 | S3 | B | 11.00 | 18.34 | 62.68 | 81.55 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| 18 | 1 | S3 | B | 7.18 | 13.70 | 51.37 | 67.73 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO | |
| 17 | 1 | 2 | S3 | D | 9.64 | 16.74 | 58.81 | 76.88 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 2 | 3 | S3 | D | 29.74 | 38.02 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 2 | S3 | C | 75.43 | 80.69 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 2 | S3 | C | 49.32 | 56.68 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 2 | S3 | C | 76.59 | 81.75 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 6 | 2 | S3 | D | 12.84 | 20.45 | 67.77 | 87.59 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 7 | 1 | S3 | B | 75.43 | 80.69 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 2 | S3 | D | 12.12 | 19.62 | 65.77 | 85.24 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 9 | 1 | S3 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S3 | B | 8.65 | 15.55 | 55.92 | 73.36 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 10A | 1 | S3 | B | 58.83 | 65.48 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 1 | S3 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12 | 2 | S3 | D | 19.22 | 27.37 | 84.82 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 13 | 2 | S3 | D | 9.82 | 16.96 | 59.33 | 77.51 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 14 | 2 | S3 | D | 10.59 | 17.86 | 61.52 | 80.15 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 15 | 3 | S3 | D | 18.86 | 26.99 | 83.87 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 16 | 1 | S3 | B | 9.82 | 16.96 | 59.33 | 77.51 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 17 | 2 | S3 | D | 28.71 | 37.00 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| 18 | 1 | S3 | B | 50.13 | 57.43 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO | |
| 18A | 2 | S3 | D | 61.68 | 68.10 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Nivel De Riesgo Sísmico a partir del índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 18 | 1 | 2 | S3 | C | 16.20 | 24.15 | 76.81 | 98.10 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 2 | 2 | S3 | D | 12.60 | 20.17 | 67.09 | 86.79 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 3 | 1 | S3 | B | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 4 | 1 | S3 | B | 70.95 | 76.59 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 2 | S3 | C | 30.80 | 39.06 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 6 | 2 | S3 | C | 40.48 | 48.37 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 2 | S3 | D | 10.59 | 17.86 | 61.52 | 80.15 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 8 | 2 | S3 | C | 83.88 | 88.38 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 1 | S3 | C | 94.52 | 98.06 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 2 | S3 | B | 50.95 | 58.19 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 1 | S3 | C | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12 | 1 | S3 | B | 39.81 | 47.73 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S3 | B | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 14 | 1 | S3 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 15 | 2 | S3 | C | 83.88 | 88.38 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 15A | 2 | S3 | C | 83.88 | 88.38 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 16 | 1 | S3 | B | 19.59 | 27.75 | 85.78 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| 17 | 1 | S3 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | |
| 19 | 1 | 1 | S3 | C | 12.12 | 19.62 | 65.77 | 85.24 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 2 | 2 | S3 | C | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 1 | S3 | C | 7.96 | 14.69 | 53.83 | 70.78 | MODERADO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 4 | 1 | S3 | B | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 2 | S3 | D | 12.35 | 19.89 | 66.43 | 86.01 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 6 | 1 | S3 | C | 22.72 | 30.99 | 94.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 1 | S3 | B | 90.40 | 94.32 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 2 | S3 | C | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 9 | 2 | S3 | C | 46.21 | 53.77 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S3 | B | 30.26 | 38.54 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 2 | S3 | D | 8.09 | 14.85 | 54.22 | 71.27 | MODERADO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 12 | 2 | S3 | C | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S3 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 14 | 1 | S3 | B | 14.43 | 22.22 | 72.07 | 92.63 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 15 | 2 | S3 | C | 13.61 | 21.31 | 69.87 | 90.06 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 16 | 2 | S3 | C | 37.85 | 45.87 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 17 | 1 | S3 | B | 97.36 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 18 | 1 | S3 | A | 21.50 | 29.74 | 90.80 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 19 | 1 | S3 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 20 | 1 | S3 | C | 15.89 | 23.82 | 75.99 | 97.16 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 21 | 1 | S3 | C | 9.13 | 16.12 | 57.32 | 75.07 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Nivel De Riesgo Sísmico a partir del índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 20 | 1 | 1 | S3 | B | 20.71 | 28.93 | 88.74 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 2 | 1 | S3 | B | 95.93 | 99.34 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 1 | S3 | C | 9.13 | 16.12 | 57.32 | 75.07 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 4 | 1 | S3 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 1 | S3 | B | 19.59 | 27.75 | 85.78 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 6 | 1 | S3 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 1 | S3 | B | 32.45 | 40.67 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 2 | S3 | D | 10.59 | 17.86 | 61.52 | 80.15 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 9 | 1 | S3 | C | 74.29 | 79.64 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S3 | C | 10.39 | 17.63 | 60.95 | 79.47 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 11 | 1 | S3 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12 | 2 | S3 | C | 24.88 | 33.19 | 99.66 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 2 | S3 | C | 19.59 | 27.75 | 85.78 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 14 | 1 | S3 | C | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 15 | 2 | S3 | D | 8.81 | 15.74 | 56.38 | 73.92 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 16 | 1 | S3 | C | 21.10 | 29.33 | 89.76 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 17 | 2 | S3 | D | 15.29 | 23.16 | 74.39 | 95.31 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 18 | 2 | S3 | D | 8.36 | 15.19 | 55.05 | 72.29 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 19 | 1 | S3 | B | 80.17 | 85.00 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 20 | 1 | S3 | B | 16.83 | 24.83 | 78.50 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 21 | 1 | S3 | C | 16.83 | 24.83 | 78.50 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 22 | 1 | S3 | B | 55.21 | 62.13 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 23 | 2 | S3 | D | 16.83 | 24.83 | 78.50 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 24 | 2 | S3 | C | 19.59 | 27.75 | 85.78 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| 21 | 1 | 1 | S3 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 1A | 2 | S3 | D | 30.26 | 38.54 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 1 | S3 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 2 | S3 | C | 56.99 | 63.78 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 2 | S3 | C | 50.13 | 57.43 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 2 | S3 | D | 14.43 | 22.22 | 72.07 | 92.63 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 6 | 1 | S3 | C | 16.83 | 24.83 | 78.50 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 7 | 1 | S3 | C | 33.01 | 41.22 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 1 | S3 | B | 37.21 | 45.26 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 1 | S3 | B | 85.15 | 89.54 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S3 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 1 | S3 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12 | 1 | S3 | B | 11.43 | 18.84 | 63.88 | 82.99 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 13 | 3 | S3 | D | 12.12 | 19.62 | 65.77 | 85.24 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 14 | 2 | S3 | D | 9.29 | 16.33 | 57.80 | 75.66 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 15 | 2 | S3 | C | 41.85 | 49.67 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 16 | 1 | S3 | B | 80.17 | 85.00 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 17 | 2 | S3 | D | 13.88 | 21.61 | 70.59 | 90.90 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 18 | 1 | S3 | B | 34.76 | 42.91 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 19 | 1 | S3 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 20 | 1 | S3 | A | 18.16 | 26.25 | 82.03 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 20A | 1 | S3 | B | 16.83 | 24.83 | 78.50 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 21 | 2 | S3 | C | 22.72 | 30.99 | 94.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 22 | 2 | S3 | C | 34.76 | 42.91 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| 23 | 1 | S3 | B | 13.61 | 21.31 | 69.87 | 90.06 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO | |
| 24 | 2 | S3 | D | 44.72 | 52.37 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E. 030) | Etapa de Vivienda Informal | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Nivel De Riesgo Sísmico a partir del índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|--------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 22 | 1 | 2 | S3 | D | 18.16 | 26.25 | 82.03 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 2 | 1 | S3 | B | 89.06 | 93.10 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 2 | S3 | D | 7.59 | 14.23 | 52.70 | 69.39 | MODERADO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 4 | 2 | S3 | D | 10.01 | 17.18 | 59.86 | 78.15 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 5 | 2 | S3 | C | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 6 | 1 | S3 | B | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 7 | 1 | S3 | B | 14.43 | 22.22 | 72.07 | 92.63 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 8 | 2 | S3 | C | 24.44 | 32.74 | 98.50 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 2 | S3 | D | 11.22 | 18.59 | 63.27 | 82.26 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 10 | 1 | S3 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 2 | S3 | C | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12 | 1 | S3 | B | 19.59 | 27.75 | 85.78 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S3 | B | 51.78 | 58.96 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 14 | 2 | S3 | D | 11.43 | 18.84 | 63.88 | 82.99 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 15 | 2 | S3 | D | 11.43 | 18.84 | 63.88 | 82.99 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 16 | 2 | S3 | D | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 17 | 2 | S3 | D | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 18 | 1 | S3 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 19 | 1 | S3 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 20 | 2 | S3 | C | 61.68 | 68.10 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 21 | 2 | S3 | D | 13.35 | 21.02 | 69.15 | 89.22 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 22 | 2 | S3 | D | 11.43 | 18.84 | 63.88 | 82.99 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 23 | 2 | S3 | D | 14.43 | 22.22 | 72.07 | 92.63 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 24 | 2 | S3 | D | 8.22 | 15.02 | 54.63 | 71.77 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| 23 | 1 | 2 | S2 | C | 36.54 | 52.67 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 2 | S2 | C | 12.02 | 20.66 | 66.15 | 86.53 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 3 | 1 | S2 | B | 36.54 | 52.67 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 2 | S2 | D | 11.30 | 19.72 | 64.34 | 84.06 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 5 | 1 | S2 | B | 7.00 | 14.07 | 52.66 | 68.67 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 6 | 1 | S2 | B | 17.85 | 28.24 | 79.71 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 7 | 1 | S2 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 1 | S2 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 1 | S2 | B | 6.73 | 13.71 | 51.85 | 67.63 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 10 | 1 | S2 | B | 29.47 | 43.38 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 1 | S2 | B | 16.86 | 26.95 | 77.51 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 12 | 2 | S2 | D | 15.60 | 25.32 | 74.67 | 98.55 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S2 | B | 60.86 | 85.06 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13A | 2 | S2 | D | 7.92 | 15.28 | 55.30 | 72.08 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 14 | 1 | S2 | B | 6.48 | 13.36 | 51.07 | 66.64 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 15 | 1 | S2 | B | 12.02 | 20.66 | 66.15 | 86.53 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 16 | 1 | S2 | B | 10.62 | 18.83 | 62.59 | 81.70 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 17 | 1 | S2 | B | 4.81 | 11.05 | 45.41 | 59.47 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | FUERTE |
| 18 | 1 | S2 | C | 6.24 | 13.04 | 50.33 | 65.70 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapas de Vivienda Informal | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Nivel De Riesgo Sísmico a partir del índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|-------------------------|-----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 24 | 1 | 1 | S2 | B | 22.29 | 34.01 | 89.06 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 2 | 2 | S2 | D | 15.60 | 25.32 | 74.67 | 98.55 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 3 | 1 | S2 | B | 13.04 | 21.99 | 68.65 | 90.00 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 4 | 1 | S2 | B | 7.92 | 15.28 | 55.30 | 72.08 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 5 | 2 | S2 | D | 8.43 | 15.96 | 56.74 | 73.94 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 6 | 1 | S2 | B | 23.94 | 36.16 | 92.39 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 2 | S2 | C | 21.11 | 32.47 | 86.64 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 8 | 1 | S2 | B | 34.80 | 50.38 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 1 | S2 | B | 15.30 | 24.93 | 73.98 | 97.55 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S2 | B | 22.29 | 34.01 | 89.06 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 11 | 2 | S2 | D | 7.29 | 14.45 | 53.51 | 69.76 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 11A | 1 | S2 | A | 86.05 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12 | 2 | S2 | D | 72.53 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12A | 2 | S2 | C | 30.48 | 44.70 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S2 | B | 16.54 | 26.54 | 76.79 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 14 | 1 | S2 | B | 52.39 | 73.70 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 15 | 1 | S2 | B | 17.85 | 28.24 | 79.71 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 16 | 1 | S2 | A | 40.88 | 58.40 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| 17 | 1 | S2 | B | 31.52 | 46.07 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO | |
| 18 | 2 | S2 | D | 25.68 | 38.43 | 95.82 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO | |
| 25 | 1 | 1 | S2 | B | 19.25 | 30.06 | 82.72 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 2 | 1 | S2 | A | 62.69 | 87.52 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 2 | S2 | C | 28.00 | 41.46 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 2 | S2 | D | 4.84 | 11.11 | 45.57 | 59.67 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | FUERTE |
| | 5 | 1 | S2 | A | 43.54 | 61.92 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 6 | 1 | S2 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 2 | S2 | D | 7.44 | 14.65 | 53.94 | 70.32 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 8 | 1 | S2 | A | 33.68 | 48.90 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 2 | S2 | D | 43.54 | 61.92 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S2 | B | 25.68 | 38.43 | 95.82 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 2 | S2 | D | 5.22 | 11.65 | 47.00 | 61.47 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 12 | 2 | S2 | C | 55.65 | 78.07 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S2 | B | 7.00 | 14.07 | 52.66 | 68.67 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 14 | 1 | S2 | B | 26.59 | 39.62 | 97.58 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 14A | 1 | S2 | B | 68.45 | 95.28 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 15 | 1 | S2 | B | 22.29 | 34.01 | 89.06 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 16 | 1 | S2 | B | 43.54 | 61.92 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 17 | 1 | S2 | B | 6.01 | 12.74 | 49.64 | 64.81 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| 18 | 2 | S2 | D | 5.29 | 11.75 | 47.25 | 61.79 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Nivel De Riesgo Sísmico a partir del Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 26 | 1 | 1 | S2 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 1 | S2 | B | 22.29 | 34.01 | 89.06 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 3 | 1 | S2 | B | 31.52 | 46.07 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 1 | S2 | B | 28.48 | 42.09 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 2 | S2 | D | 6.87 | 13.89 | 52.25 | 68.14 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 6 | 1 | S2 | B | 16.54 | 26.54 | 76.79 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 7 | 1 | S2 | B | 13.58 | 22.69 | 69.95 | 91.81 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 7A | 3 | S2 | B | 57.35 | 80.34 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 2 | S2 | D | 5.81 | 12.46 | 48.98 | 63.98 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 9 | 2 | S2 | D | 12.52 | 21.32 | 67.39 | 88.24 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 10 | 1 | S2 | C | 7.75 | 15.07 | 54.84 | 71.48 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 11 | 2 | S2 | D | 6.01 | 12.74 | 49.64 | 64.81 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 12 | 2 | S2 | C | 54.82 | 76.95 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12A | 1 | S2 | B | 11.54 | 20.03 | 64.94 | 84.87 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 13 | 1 | S2 | B | 34.80 | 50.38 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13A | 1 | S2 | B | 5.62 | 12.20 | 48.36 | 63.19 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 14 | 1 | S2 | B | 4.69 | 10.87 | 44.83 | 58.73 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | FUERTE |
| | 15 | 1 | S2 | B | 10.18 | 18.26 | 61.46 | 80.18 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| 16 | 1 | S2 | B | 14.14 | 23.41 | 71.27 | 93.67 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO | |
| 17 | 2 | S2 | C | 22.69 | 34.53 | 89.88 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | |
| 18 | 1 | S2 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | |
| 27 | 1 | 1 | S2 | A | 49.29 | 69.56 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 1 | S2 | A | 43.54 | 61.92 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 1 | S2 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 1 | S2 | B | 14.14 | 23.41 | 71.27 | 93.67 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 5 | 1 | S2 | A | 60.86 | 85.06 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5A | 1 | S2 | A | 37.14 | 53.46 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 6 | 1 | S2 | B | 43.54 | 61.92 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 1 | S2 | B | 31.52 | 46.07 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 2 | S2 | D | 10.40 | 18.54 | 62.02 | 80.93 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 8A | 1 | S2 | B | 30.48 | 44.70 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 2 | S2 | C | 67.46 | 93.95 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 2 | S2 | D | 9.76 | 17.71 | 60.36 | 78.71 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 11 | 2 | S2 | D | 27.06 | 40.23 | 98.47 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12 | 2 | S2 | D | 22.29 | 34.01 | 89.06 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 13 | 2 | S2 | D | 15.00 | 24.54 | 73.29 | 96.56 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 13A | 2 | S2 | D | 34.80 | 50.38 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 14 | 1 | S2 | B | 12.02 | 20.66 | 66.15 | 86.53 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 15 | 1 | S2 | B | 39.60 | 56.71 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| 15A | 1 | S2 | A | 76.82 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | |
| 16 | 1 | S2 | B | 44.92 | 63.76 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | |
| 16A | 1 | S2 | B | 10.62 | 18.83 | 62.59 | 81.70 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO | |
| 17 | 1 | S2 | B | 44.92 | 63.76 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | |
| 18 | 2 | S2 | D | 21.50 | 32.98 | 87.44 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Nivel De Riesgo Sísmico a partir del índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 28 | 1 | 1 | S2 | B | 14.14 | 23.41 | 71.27 | 93.67 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 2 | 1 | S2 | A | 57.35 | 80.34 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 1 | S2 | B | 37.14 | 53.46 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 2 | S2 | D | 15.30 | 24.93 | 73.98 | 97.55 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 5 | 1 | S2 | C | 6.87 | 13.89 | 52.25 | 68.14 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 6 | 1 | S2 | C | 18.54 | 29.14 | 81.20 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 7 | 1 | S2 | A | 31.52 | 46.07 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 1 | S2 | B | 12.52 | 21.32 | 67.39 | 88.24 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 9 | 1 | S2 | B | 32.58 | 47.46 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S2 | A | 24.80 | 37.28 | 94.09 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 1 | S2 | B | 34.80 | 50.38 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12 | 1 | S2 | B | 37.14 | 53.46 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S2 | C | 7.15 | 14.26 | 53.08 | 69.21 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 14 | 1 | S2 | B | 42.19 | 60.14 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 15 | 1 | S2 | B | 26.59 | 39.62 | 97.58 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 16 | 1 | S2 | B | 54.00 | 75.86 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 17 | 1 | S2 | A | 96.21 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 18 | 1 | S2 | C | 13.58 | 22.69 | 69.95 | 91.81 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 19 | 2 | S2 | C | 19.61 | 30.53 | 83.49 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 20 | 1 | S2 | B | 19.98 | 31.00 | 84.27 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 21 | 1 | S2 | B | 23.10 | 35.07 | 90.71 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 22 | 1 | S2 | B | 23.10 | 35.07 | 90.71 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 23 | 1 | S2 | B | 24.80 | 37.28 | 94.09 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 24 | 2 | S2 | C | 34.80 | 50.38 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| 28A | 1 | 1 | S2 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 1 | S2 | A | 31.52 | 46.07 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 1 | S2 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 1 | S2 | A | 33.68 | 48.90 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 1 | S2 | B | 55.65 | 78.07 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 6 | 2 | S2 | D | 14.71 | 24.16 | 72.61 | 95.58 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 7 | 2 | S2 | D | 7.15 | 14.26 | 53.08 | 69.21 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 8 | 2 | S2 | C | 43.54 | 61.92 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 1 | S2 | B | 25.68 | 38.43 | 95.82 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S2 | C | 17.19 | 27.38 | 78.24 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 11 | 2 | S2 | C | 21.11 | 32.47 | 86.64 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 12 | 1 | S2 | B | 8.61 | 16.19 | 57.23 | 74.59 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 13 | 1 | S2 | B | 12.02 | 20.66 | 66.15 | 86.53 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 14 | 1 | S2 | B | 9.36 | 17.18 | 59.29 | 77.29 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 15 | 1 | S2 | B | 12.02 | 20.66 | 66.15 | 86.53 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 16 | 1 | S2 | B | 12.02 | 20.66 | 66.15 | 86.53 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 17 | 1 | S2 | B | 13.04 | 21.99 | 68.65 | 90.00 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 18 | 1 | S2 | A | 54.00 | 75.86 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 19 | 1 | S2 | A | 54.00 | 75.86 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 20 | 1 | S2 | B | 21.50 | 32.98 | 87.44 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 21 | 3 | S2 | D | 21.89 | 33.49 | 88.25 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 22 | 1 | S2 | B | 19.98 | 31.00 | 84.27 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 23 | 1 | S2 | B | 12.52 | 21.32 | 67.39 | 88.24 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Nivel De Riesgo Sísmico a partir del índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|------------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 29 | 1 | 1 | S2 | B | 4.72 | 10.92 | 45.03 | 58.98 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | FUERTE |
| | 1A | 1 | S2 | B | 25.68 | 38.43 | 95.82 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 1 | S2 | B | 15.30 | 24.93 | 73.98 | 97.55 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 3 | 1 | S2 | B | 46.34 | 65.64 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 1 | S2 | B | 15.91 | 25.72 | 75.37 | 99.57 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 5 | 2 | S2 | D | 12.78 | 21.65 | 68.02 | 89.11 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 5A | 1 | S2 | B | 24.80 | 37.28 | 94.09 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 6 | 1 | S2 | B | 22.29 | 34.01 | 89.06 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 7 | 1 | S2 | B | 23.10 | 35.07 | 90.71 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 2 | S2 | D | 84.84 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 1 | S2 | B | 47.80 | 67.58 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S2 | B | 47.80 | 67.58 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 1 | S2 | B | 14.71 | 24.16 | 72.61 | 95.58 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 12 | 1 | S2 | A | 23.10 | 35.07 | 90.71 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S2 | B | 14.71 | 24.16 | 72.61 | 95.58 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 14 | 1 | S2 | B | 29.47 | 43.38 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 15 | 1 | S2 | B | 42.19 | 60.14 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| 16 | 1 | S2 | B | 13.58 | 22.69 | 69.95 | 91.81 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO | |
| 17 | 1 | S2 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | |
| 29A | 1 | 1 | S2 | A | 72.53 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 2 | S2 | D | 8.25 | 15.73 | 56.25 | 73.31 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 3 | 1 | S2 | B | 14.71 | 24.16 | 72.61 | 95.58 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 4 | 1 | S2 | B | 14.71 | 24.16 | 72.61 | 95.58 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 5 | 1 | S2 | B | 21.50 | 32.98 | 87.44 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 6 | 1 | S2 | B | 11.54 | 20.03 | 64.94 | 84.87 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 7 | 1 | S2 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 1 | S2 | B | 47.80 | 67.58 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 2 | S2 | C | 18.54 | 29.14 | 81.20 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S2 | B | 86.05 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 1 | S2 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12 | 1 | S2 | B | 26.59 | 39.62 | 97.58 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S2 | B | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Nivel De Riesgo Sísmico a partir del índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 30 | 1 | 2 | S2 | C | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 2 | S2 | C | 38.97 | 55.88 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 1 | S2 | B | 22.29 | 34.01 | 89.06 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 4 | 1 | S2 | B | 47.80 | 67.58 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 2 | S2 | D | 7.75 | 15.07 | 54.84 | 71.48 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 6 | 1 | S2 | B | 60.86 | 85.06 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 2 | S2 | D | 8.61 | 16.19 | 57.23 | 74.59 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 8 | 1 | S2 | B | 47.80 | 67.58 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 1 | S2 | B | 15.91 | 25.72 | 75.37 | 99.57 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S2 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 1 | S2 | B | 55.65 | 78.07 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12 | 1 | S2 | B | 60.86 | 85.06 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S2 | B | 22.29 | 34.01 | 89.06 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO | COLAPSO |
| | 14 | 1 | S2 | B | 50.82 | 71.61 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 15 | 1 | S2 | B | 5.91 | 12.60 | 49.30 | 64.39 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 16 | 1 | S2 | B | 16.54 | 26.54 | 76.79 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 17 | 1 | S2 | B | 16.54 | 26.54 | 76.79 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 18 | 1 | S2 | B | 12.02 | 20.66 | 66.15 | 86.53 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 19 | 1 | S2 | B | 13.04 | 21.99 | 68.65 | 90.00 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 20 | 1 | S2 | B | 14.14 | 23.41 | 71.27 | 93.67 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 21 | 1 | S2 | B | 43.54 | 61.92 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 22 | 2 | S2 | D | 6.48 | 13.36 | 51.07 | 66.64 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 23 | 2 | S2 | D | 12.78 | 21.65 | 68.02 | 89.11 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| 31 | 1 | 2 | S3 | D | 11.22 | 18.59 | 63.27 | 82.26 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 1A | 2 | S3 | D | 8.36 | 15.19 | 55.05 | 72.29 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 2 | 1 | S3 | B | 68.79 | 74.62 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2A | 2 | S3 | D | 26.27 | 34.58 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 2 | S3 | D | 36.59 | 44.66 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 1 | S3 | A | 73.16 | 78.61 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5-6 | 1 | S3 | B | 19.59 | 27.75 | 85.78 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 7 | 1 | S3 | B | 48.53 | 55.94 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 1 | S3 | B | 98.80 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 1 | S3 | B | 43.99 | 51.68 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S3 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 1 | S3 | B | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12 | 1 | S3 | B | 27.22 | 35.53 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S3 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 14 | 1 | S3 | B | 45.46 | 53.06 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 15 | 1 | S3 | B | 43.99 | 51.68 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 16 | 1 | S3 | B | 17.49 | 25.53 | 80.23 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 17 | 2 | S3 | C | 39.14 | 47.10 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 18 | 1 | S3 | B | 33.59 | 41.77 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 19 | 1 | S3 | B | 21.90 | 30.15 | 91.85 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 20 | 1 | S3 | B | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 21 | 1 | S3 | B | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 22 | 1 | S3 | B | 38.49 | 46.48 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 23 | 1 | S3 | B | 45.46 | 53.06 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 24 | 1 | S3 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 25 | 1 | S3 | B | 31.34 | 39.59 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| 26 | 1 | S3 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Nivel De Riesgo Sísmico a partir del índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| | 1 | 1 | S3 | B | 26.27 | 34.58 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 1 | S3 | B | 64.64 | 70.82 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 1 | S3 | B | 23.57 | 31.85 | 96.21 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 1 | S3 | B | 77.77 | 82.82 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 1 | S3 | B | 27.22 | 35.53 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 6 | 1 | S3 | B | 25.34 | 33.65 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 1 | S3 | B | 12.35 | 19.89 | 66.43 | 86.01 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 8 | 1 | S3 | B | 7.27 | 13.82 | 51.68 | 68.12 | LIGERO | MODERADO | FUERTE | SEVERO |
| | 9 | 2 | S3 | D | 21.90 | 30.15 | 91.85 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 2 | S3 | D | 24.00 | 32.29 | 97.35 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 1 | S3 | C | 11.89 | 19.36 | 65.13 | 84.47 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | SEVERO |
| | 12 | 1 | S3 | B | 27.22 | 35.53 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 2 | S3 | D | 20.33 | 28.53 | 87.74 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 14 | 1 | S3 | A | 80.17 | 85.00 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 15 | 1 | S3 | B | 21.90 | 30.15 | 91.85 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 16 | 1 | S3 | B | 8.97 | 15.93 | 56.84 | 74.49 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 17 | 1 | S3 | B | 10.01 | 17.18 | 59.86 | 78.15 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 18 | 1 | S3 | B | 35.97 | 44.07 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 19 | 1 | S3 | B | 31.34 | 39.59 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 20 | 1 | S3 | B | 34.76 | 42.91 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 21 | 1 | S3 | B | 46.97 | 54.48 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 22 | 2 | S3 | C | 78.96 | 83.90 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 23 | 1 | S3 | B | 60.71 | 67.21 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 24 | 1 | S3 | B | 64.64 | 70.82 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 25 | 1 | S3 | B | 56.99 | 63.78 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 26 | 1 | S3 | B | 60.71 | 67.21 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |

32

| Manzana | Lote | Número de Pisos | Perfil de Suelo (E.030) | Etapa de Vivienda Informal | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Nivel De Riesgo Sísmico a partir del índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 33 | 1 | 1 | S3 | A | 80.17 | 85.00 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 1 | S3 | B | 98.80 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 1 | S3 | B | 17.49 | 25.53 | 80.23 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 4 | 1 | S3 | B | 43.99 | 51.68 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 5 | 3 | S3 | D | 74.29 | 79.64 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 6 | 1 | S3 | B | 53.47 | 60.53 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 2 | S3 | C | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 1 | S3 | B | 87.74 | 91.90 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 9 | 2 | S3 | D | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S3 | B | 46.97 | 54.48 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 1 | S3 | B | 31.34 | 39.59 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12 | 1 | S3 | B | 33.59 | 41.77 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 2 | S3 | C | 36.59 | 44.66 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 14 | 1 | S3 | B | 42.55 | 50.33 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 15 | 1 | S3 | B | 56.99 | 63.78 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 16 | 1 | S3 | A | 98.80 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 17 | 1 | S3 | B | 25.34 | 33.65 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 18 | 1 | S3 | B | 50.13 | 57.43 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 19 | 1 | S3 | B | 33.59 | 41.77 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 20 | 2 | S3 | D | 8.97 | 15.93 | 56.84 | 74.49 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 21 | 1 | S3 | B | 9.13 | 16.12 | 57.32 | 75.07 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 22 | 1 | S3 | B | 38.49 | 46.48 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 23 | 1 | S3 | B | 87.74 | 91.90 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 24 | 2 | S3 | D | 9.47 | 16.53 | 58.30 | 76.26 | MODERADO | CONSIDERABLE | FUERTE | SEVERO |
| | 25 | 1 | S3 | A | 50.13 | 57.43 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 26 | 1 | S3 | B | 18.16 | 26.25 | 82.03 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| 34 | 1 | 1 | S3 | B | 34.76 | 42.91 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 2 | 2 | S3 | D | 73.16 | 78.61 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 3 | 1 | S3 | B | 46.97 | 54.48 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 4 | 1 | S3 | B | 14.43 | 22.22 | 72.07 | 92.63 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 5 | 1 | S3 | A | 64.64 | 70.82 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 6 | 1 | S3 | B | 27.22 | 35.53 | 100.00 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 7 | 1 | S3 | B | 58.83 | 65.48 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 8 | 1 | S3 | B | 15.29 | 23.16 | 74.39 | 95.31 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 9 | 1 | S3 | B | 21.90 | 30.15 | 91.85 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 10 | 1 | S3 | B | 50.13 | 57.43 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 11 | 1 | S3 | B | 33.59 | 41.77 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 12 | 1 | S3 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 13 | 1 | S3 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 14 | 1 | S3 | A | 75.43 | 80.69 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 15 | 1 | S3 | B | 38.49 | 46.48 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 16 | 2 | S3 | C | 15.00 | 22.84 | 73.60 | 94.40 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 17 | 2 | S3 | C | 21.90 | 30.15 | 91.85 | 100.00 | CONSIDERABLE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 18 | 2 | S3 | D | 18.51 | 26.62 | 82.94 | 100.00 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 19 | 1 | S3 | B | 13.88 | 21.61 | 70.59 | 90.90 | MODERADO | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 20 | 1 | S3 | B | 15.89 | 23.82 | 75.99 | 97.16 | CONSIDERABLE | CONSIDERABLE | SEVERO | COLAPSO |
| | 21 | 1 | S3 | B | 34.76 | 42.91 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 22 | 1 | S3 | B | 33.59 | 41.77 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | FUERTE | COLAPSO | COLAPSO |
| | 23 | 2 | S3 | C | 54.33 | 61.32 | 100.00 | 100.00 | FUERTE | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 24 | 1 | S3 | C | 73.16 | 78.61 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 25 | 1 | S3 | A | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO | COLAPSO |
| | 26 | 1 | S3 | B | 82.63 | 87.24 | 100.00 | 100.00 | SEVERO | SEVERO | COLAPSO | COLAPSO |

ANEXO 8

*RESULTADOS GENERALES DE ANÁLISIS DE
PÉRDIDAS ECONÓMICAS PROBABLES (PML) DE
LAS EDIFICACIONES EN EL P.J. SAN JUAN,
CHIMBOTE*

| Manzana | Lote | Número de Pisos | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Antigüedad en años | Depreciación "P" (%) | Valor Unitario de la Edificación "VUE" por m2 (\$/m2) | Area Total Techada Construida "AT" (m2) | Valor de la Edificación Construida (S/): VE = AT x VUE x (1 - P/100) | Pérdidas Económicas según Tipo de Escenario de Sismo | | | | |
|---------|------|-----------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|---|---|--|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------|
| | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | |
| 1 | 1 | 1 | 35.97 | 44.07 | 100.00 | 100.00 | 37 | 41 | 593.27 | 104.00 | S/ 36,403.05 | S/ 13,094.05 | S/ 16,041.99 | S/ 36,403.05 | S/ 36,403.05 | |
| | 1A | 1 | 12.35 | 19.89 | 66.43 | 86.01 | 42 | 24 | 746.45 | 102.50 | S/ 58,148.46 | S/ 7,183.96 | S/ 11,568.12 | S/ 38,625.90 | S/ 50,012.92 | |
| | 2 | 2 | 19.59 | 27.75 | 85.78 | 100.00 | 28 | 15 | 827.61 | 601.74 | S/ 423,305.14 | S/ 82,907.24 | S/ 117,474.52 | S/ 363,094.18 | S/ 423,305.14 | |
| | 3 | 2 | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | 32 | 26 | 746.45 | 151.80 | S/ 83,850.22 | S/ 13,070.65 | S/ 19,693.87 | S/ 63,041.07 | S/ 80,686.36 | |
| | 3A | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 40 | 41 | 593.27 | 218.18 | S/ 76,369.39 | S/ 76,369.39 | S/ 76,369.39 | S/ 76,369.39 | S/ 76,369.39 | |
| | 4 | 1 | 50.13 | 57.43 | 100.00 | 100.00 | 37 | 29 | 719.39 | 265.00 | S/ 135,353.23 | S/ 67,853.26 | S/ 77,729.28 | S/ 135,353.23 | S/ 135,353.23 | |
| | 5 | 1 | 11.43 | 18.84 | 63.88 | 82.99 | 37 | 21 | 746.45 | 236.00 | S/ 139,168.14 | S/ 15,913.65 | S/ 26,221.90 | S/ 88,902.93 | S/ 115,489.50 | |
| | 6 | 1 | 13.88 | 21.61 | 70.59 | 90.90 | 38 | 21 | 746.45 | 258.00 | S/ 121,177.80 | S/ 21,117.80 | S/ 32,875.34 | S/ 107,394.88 | S/ 138,298.37 | |
| | 8 | 1 | 82.63 | 87.24 | 100.00 | 100.00 | 38 | 81 | 464.25 | 269.00 | S/ 23,727.82 | S/ 19,605.43 | S/ 20,700.55 | S/ 23,727.82 | S/ 23,727.82 | |
| | 9 | 1 | 39.81 | 47.73 | 100.00 | 100.00 | 39 | 29 | 719.39 | 263.00 | S/ 134,331.69 | S/ 53,474.16 | S/ 64,118.41 | S/ 134,331.69 | S/ 134,331.69 | |
| | 10 | 2 | 12.60 | 20.17 | 67.09 | 86.79 | 24 | 12 | 827.61 | 478.00 | S/ 348,125.87 | S/ 43,851.73 | S/ 70,211.74 | S/ 233,561.16 | S/ 302,154.41 | |
| | 11 | 1 | 20.33 | 28.53 | 87.74 | 100.00 | 38 | 29 | 719.39 | 266.00 | S/ 135,864.00 | S/ 27,624.14 | S/ 38,763.28 | S/ 119,205.45 | S/ 135,864.00 | |
| | 12 | 2 | 17.49 | 25.53 | 80.23 | 100.00 | 28 | 15 | 827.61 | 522.00 | S/ 367,210.56 | S/ 64,211.83 | S/ 93,759.74 | S/ 294,629.15 | S/ 367,210.56 | |
| | 13 | 1 | 8.22 | 15.02 | 54.63 | 71.77 | 37 | 21 | 746.45 | 150.48 | S/ 88,737.38 | S/ 7,296.91 | S/ 13,327.81 | S/ 48,479.13 | S/ 63,690.45 | |
| | 13A | 1 | 13.61 | 21.31 | 69.87 | 90.06 | 39 | 21 | 746.45 | 150.48 | S/ 88,737.38 | S/ 12,080.39 | S/ 18,911.13 | S/ 61,997.00 | S/ 79,913.29 | |
| | 14 | 2 | 30.80 | 39.06 | 100.00 | 100.00 | 26 | 15 | 827.61 | 526.00 | S/ 370,024.43 | S/ 113,962.06 | S/ 144,525.68 | S/ 370,024.43 | S/ 370,024.43 | |
| | 15 | 1 | 9.64 | 16.74 | 58.81 | 76.88 | 38 | 21 | 746.45 | 270.00 | S/ 159,217.79 | S/ 15,351.66 | S/ 26,654.93 | S/ 93,635.13 | S/ 122,409.86 | |
| 16 | 2 | 21.90 | 30.15 | 91.85 | 100.00 | 27 | 23 | 746.45 | 328.28 | S/ 188,684.35 | S/ 41,318.61 | S/ 56,889.70 | S/ 173,302.16 | S/ 188,684.35 | | |
| 16A | 1 | 43.99 | 51.68 | 100.00 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 134.21 | S/ 65,653.55 | S/ 28,878.13 | S/ 39,929.36 | S/ 65,653.55 | S/ 65,653.55 | | |
| 17 | 2 | 55.21 | 62.13 | 100.00 | 100.00 | 26 | 23 | 746.45 | 405.26 | S/ 232,929.87 | S/ 128,591.06 | S/ 144,729.60 | S/ 232,929.87 | S/ 232,929.87 | | |
| 1A | 1-2 | 2 | 21.10 | 29.33 | 89.76 | 100.00 | 36 | 21 | 827.61 | 440.00 | S/ 287,677.24 | S/ 60,708.20 | S/ 84,377.15 | S/ 258,225.18 | S/ 287,677.24 | |
| | 3-4 | 1 | 8.81 | 15.74 | 56.38 | 73.92 | 37 | 21 | 746.45 | 214.00 | S/ 126,194.84 | S/ 11,115.08 | S/ 19,858.97 | S/ 71,145.96 | S/ 93,280.77 | |
| | 5 | 1 | 9.13 | 16.12 | 57.32 | 75.07 | 41 | 24 | 746.45 | 250.00 | S/ 141,825.50 | S/ 12,945.46 | S/ 22,868.41 | S/ 81,290.68 | S/ 106,463.16 | |
| | 1 | 1 | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 274.00 | S/ 134,036.74 | S/ 37,805.98 | S/ 48,932.82 | S/ 134,036.74 | S/ 134,036.74 | |
| | 2 | 2 | 14.71 | 22.53 | 72.83 | 93.51 | 27 | 15 | 827.61 | 462.00 | S/ 325,002.45 | S/ 47,811.11 | S/ 73,213.31 | S/ 236,700.90 | S/ 303,907.21 | |
| | 3 | 2 | 21.90 | 30.15 | 91.85 | 100.00 | 23 | 12 | 827.61 | 332.88 | S/ 242,289.78 | S/ 53,057.27 | S/ 73,052.13 | S/ 222,537.49 | S/ 242,289.78 | |
| | 3A | 2 | 18.51 | 26.62 | 82.94 | 100.00 | 38 | 29 | 746.45 | 228.00 | S/ 119,775.37 | S/ 22,170.64 | S/ 31,884.61 | S/ 99,343.60 | S/ 119,775.37 | |
| | 4 | 1 | 10.39 | 17.63 | 60.95 | 79.47 | 41 | 24 | 746.45 | 269.00 | S/ 152,604.24 | S/ 15,858.79 | S/ 26,902.45 | S/ 93,017.05 | S/ 121,281.23 | |
| | 5 | 1 | 12.35 | 19.89 | 66.43 | 86.01 | 38 | 21 | 746.45 | 278.00 | S/ 163,935.35 | S/ 20,253.43 | S/ 32,613.48 | S/ 108,896.28 | S/ 140,999.19 | |
| | 6 | 2 | 9.82 | 16.96 | 59.33 | 77.51 | 30 | 15 | 827.61 | 526.00 | S/ 370,024.43 | S/ 36,345.76 | S/ 62,741.92 | S/ 219,531.25 | S/ 286,812.87 | |
| | 7 | 3 | 15.29 | 23.16 | 74.39 | 95.31 | 25 | 12 | 844.11 | 714.00 | S/ 530,371.20 | S/ 81,096.40 | S/ 122,846.45 | S/ 394,523.42 | S/ 505,489.61 | |
| | 8 | 2 | 93.13 | 96.80 | 100.00 | 100.00 | 34 | 38 | 719.39 | 504.00 | S/ 224,794.99 | S/ 209,352.02 | S/ 217,594.09 | S/ 224,794.99 | S/ 224,794.99 | |
| | 9 | 1 | 21.10 | 29.33 | 89.76 | 100.00 | 38 | 29 | 719.39 | 261.00 | S/ 133,310.16 | S/ 28,132.29 | S/ 39,100.53 | S/ 119,662.02 | S/ 133,310.16 | |
| | 10 | 1 | 30.26 | 38.54 | 100.00 | 100.00 | 41 | 32 | 719.39 | 271.00 | S/ 132,569.19 | S/ 40,121.53 | S/ 51,086.13 | S/ 132,569.19 | S/ 132,569.19 | |
| | 2 | 11 | 1 | 11.66 | 19.10 | 64.50 | 83.72 | 41 | 24 | 746.45 | 267.00 | S/ 151,469.63 | S/ 17,657.67 | S/ 28,927.89 | S/ 97,699.24 | S/ 126,815.87 |
| | | 12 | 1 | 35.97 | 44.07 | 100.00 | 100.00 | 41 | 32 | 719.39 | 247.00 | S/ 120,828.74 | S/ 43,461.69 | S/ 53,246.45 | S/ 120,828.74 | S/ 120,828.74 |
| | | 13 | 2 | 17.49 | 25.53 | 80.23 | 100.00 | 25 | 12 | 827.61 | 506.00 | S/ 368,518.18 | S/ 64,440.49 | S/ 94,093.61 | S/ 295,678.31 | S/ 368,518.18 |
| 14 | | 2 | 34.76 | 42.91 | 100.00 | 100.00 | 23 | 12 | 827.61 | 474.00 | S/ 345,212.66 | S/ 120,001.97 | S/ 148,116.39 | S/ 345,212.66 | S/ 345,212.66 | |
| 15 | | 3 | 30.26 | 38.54 | 100.00 | 100.00 | 27 | 15 | 844.11 | 819.00 | S/ 587,627.18 | S/ 177,842.99 | S/ 226,444.77 | S/ 587,627.18 | S/ 587,627.18 | |
| 16 | | 3 | 44.72 | 52.37 | 100.00 | 100.00 | 26 | 15 | 844.11 | 452.46 | S/ 324,637.11 | S/ 145,167.47 | S/ 170,001.64 | S/ 324,637.11 | S/ 324,637.11 | |
| 16A | | 2 | 69.86 | 75.60 | 100.00 | 100.00 | 34 | 26 | 746.45 | 292.40 | S/ 161,513.87 | S/ 112,833.08 | S/ 122,100.68 | S/ 161,513.87 | S/ 161,513.87 | |
| 17 | | 2 | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | 22 | 12 | 827.61 | 464.00 | S/ 337,929.72 | S/ 52,676.81 | S/ 79,369.42 | S/ 254,065.51 | S/ 325,178.86 | |
| 18 | | 2 | 25.80 | 34.11 | 100.00 | 100.00 | 26 | 15 | 827.61 | 399.84 | S/ 281,274.85 | S/ 72,563.70 | S/ 95,939.09 | S/ 281,274.85 | S/ 281,274.85 | |
| 20 | | 2 | 37.85 | 45.87 | 100.00 | 100.00 | 31 | 18 | 827.61 | 544.00 | S/ 369,180.27 | S/ 139,725.97 | S/ 169,326.09 | S/ 369,180.27 | S/ 369,180.27 | |
| 21 | | 1 | 13.35 | 21.02 | 69.15 | 89.22 | 37 | 21 | 746.45 | 151.70 | S/ 89,456.81 | S/ 11,944.21 | S/ 18,802.77 | S/ 61,863.37 | S/ 79,815.78 | |
| 21A | | 1 | 16.20 | 24.15 | 76.81 | 98.10 | 40 | 21 | 746.45 | 150.00 | S/ 88,454.33 | S/ 14,328.90 | S/ 21,361.84 | S/ 67,945.72 | S/ 86,773.85 | |
| 22 | | 2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 31 | 26 | 746.45 | 297.48 | S/ 164,319.92 | S/ 164,319.92 | S/ 164,319.92 | S/ 164,319.92 | S/ 164,319.92 | |
| 22A | | 1 | 31.34 | 39.59 | 100.00 | 100.00 | 41 | 44 | 593.27 | 149.73 | S/ 49,744.98 | S/ 15,590.23 | S/ 19,692.98 | S/ 49,744.98 | S/ 49,744.98 | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Antigüedad en años | Depreciación "P" (%) | Valor Unitario de la Edificación "VUE" por m2 (\$/ .m2) | Area Total Techada Construida "AT" (m2) | Valor de la Edificación Construida (S/): VE = AT x VUE x (1 - P/100) | Pérdidas Económicas según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|---|---|--|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 3 | 1 | 3 | 59.77 | 66.34 | 100.00 | 100.00 | 26 | 23 | 827.61 | 630.00 | S/ 401,473.61 | S/ 239,940.79 | S/ 266,337.53 | S/ 401,473.61 | S/ 401,473.61 |
| | 2 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 39 | 81 | 464.25 | 131.13 | S/ 11,566.65 | S/ 11,566.65 | S/ 11,566.65 | S/ 11,566.65 | S/ 11,566.65 |
| | 2A | 2 | 20.33 | 28.53 | 87.74 | 100.00 | 21 | 12 | 827.61 | 241.38 | S/ 175,796.28 | S/ 35,743.25 | S/ 50,156.34 | S/ 154,241.56 | S/ 175,796.28 |
| | 3 | 3 | 25.34 | 33.65 | 100.00 | 100.00 | 28 | 15 | 844.11 | 303.63 | S/ 217,852.55 | S/ 55,199.32 | S/ 73,299.95 | S/ 217,852.55 | S/ 217,852.55 |
| | 3A | 1 | 20.33 | 28.53 | 87.74 | 100.00 | 40 | 21 | 746.45 | 149.73 | S/ 88,295.11 | S/ 17,952.34 | S/ 25,191.43 | S/ 77,469.08 | S/ 88,295.11 |
| | 4 | 2 | 13.10 | 20.73 | 68.45 | 88.40 | 27 | 15 | 827.61 | 382.00 | S/ 268,724.97 | S/ 35,190.04 | S/ 55,708.95 | S/ 183,955.61 | S/ 237,556.65 |
| | 5 | 3 | 11.66 | 19.10 | 64.50 | 83.72 | 28 | 15 | 844.11 | 630.00 | S/ 452,020.91 | S/ 52,694.63 | S/ 86,327.60 | S/ 291,557.45 | S/ 378,448.29 |
| | 6 | 3 | 23.14 | 31.42 | 95.10 | 100.00 | 29 | 15 | 844.11 | 666.00 | S/ 477,850.67 | S/ 110,569.11 | S/ 150,144.10 | S/ 454,420.13 | S/ 477,850.67 |
| | 7 | 1 | 10.80 | 18.10 | 62.09 | 80.84 | 37 | 21 | 746.45 | 194.00 | S/ 114,400.93 | S/ 20,707.02 | S/ 27,702.02 | S/ 71,032.90 | S/ 92,485.10 |
| | 8 | 3 | 14.15 | 21.91 | 71.32 | 91.76 | 29 | 15 | 844.11 | 630.00 | S/ 452,020.91 | S/ 63,970.68 | S/ 99,037.93 | S/ 322,399.14 | S/ 414,767.34 |
| | 9 | 4 | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | 29 | 15 | 863.38 | 514.96 | S/ 377,915.24 | S/ 110,426.70 | S/ 141,751.10 | S/ 377,915.24 | S/ 377,915.24 |
| | 9A | 1 | 82.63 | 87.24 | 100.00 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 126.12 | S/ 64,417.92 | S/ 53,226.17 | S/ 56,199.29 | S/ 64,417.92 | S/ 64,417.92 |
| | 10 | 2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 36 | 41 | 719.39 | 252.36 | S/ 107,111.70 | S/ 107,111.70 | S/ 107,111.70 | S/ 107,111.70 | S/ 107,111.70 |
| | 10A | 4 | 61.68 | 68.10 | 100.00 | 100.00 | 28 | 23 | 857.52 | 500.68 | S/ 330,594.20 | S/ 203,900.45 | S/ 225,129.49 | S/ 330,594.20 | S/ 330,594.20 |
| | 11 | 3 | 75.43 | 80.69 | 100.00 | 100.00 | 22 | 20 | 827.61 | 603.00 | S/ 399,239.06 | S/ 301,163.53 | S/ 322,139.30 | S/ 399,239.06 | S/ 399,239.06 |
| | 12 | 2 | 59.77 | 66.34 | 100.00 | 100.00 | 34 | 26 | 746.45 | 360.00 | S/ 198,854.28 | S/ 118,845.30 | S/ 131,919.90 | S/ 198,854.28 | S/ 198,854.28 |
| 13 | 1 | 12.84 | 20.45 | 67.77 | 87.59 | 40 | 21 | 746.45 | 230.00 | S/ 135,629.97 | S/ 17,419.49 | S/ 27,732.80 | S/ 91,912.62 | S/ 118,801.06 | |
| 14 | 2 | 10.39 | 17.63 | 60.95 | 79.47 | 23 | 12 | 827.61 | 254.70 | S/ 185,497.19 | S/ 19,277.06 | S/ 32,701.11 | S/ 113,066.33 | S/ 147,422.69 | |
| 14A | 2 | 54.33 | 61.32 | 100.00 | 100.00 | 34 | 26 | 746.45 | 249.00 | S/ 137,540.88 | S/ 74,727.00 | S/ 84,346.70 | S/ 137,540.88 | S/ 137,540.88 | |
| 15 | 2 | 9.64 | 16.74 | 58.81 | 76.88 | 25 | 12 | 827.61 | 398.00 | S/ 289,862.13 | S/ 27,948.30 | S/ 48,526.33 | S/ 170,466.37 | S/ 222,851.88 | |
| 16 | 2 | 68.79 | 74.62 | 100.00 | 100.00 | 34 | 26 | 746.45 | 322.98 | S/ 178,405.43 | S/ 122,722.22 | S/ 133,122.38 | S/ 178,405.43 | S/ 178,405.43 | |
| 16A | 2 | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | 15 | 6 | 827.61 | 174.98 | S/ 136,126.29 | S/ 39,776.05 | S/ 51,059.20 | S/ 136,126.29 | S/ 136,126.29 | |
| 4 | 1 | 3 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 26 | 23 | 827.61 | 612.00 | S/ 390,002.94 | S/ 390,002.94 | S/ 390,002.94 | S/ 390,002.94 | S/ 390,002.94 |
| | 2 | 1 | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | 41 | 44 | 593.27 | 222.00 | S/ 73,755.33 | S/ 20,803.20 | S/ 26,925.87 | S/ 73,755.33 | S/ 73,755.33 |
| | 3 | 1 | 13.35 | 21.02 | 69.15 | 89.22 | 37 | 21 | 746.45 | 191.00 | S/ 112,631.84 | S/ 15,038.52 | S/ 23,673.89 | S/ 77,889.93 | S/ 100,493.17 |
| | 4 | 1 | 24.88 | 33.19 | 99.66 | 100.00 | 27 | 23 | 719.39 | 228.60 | S/ 126,628.47 | S/ 31,511.00 | S/ 42,028.27 | S/ 126,203.40 | S/ 126,628.47 |
| | 5 | 1 | 11.66 | 19.10 | 64.50 | 83.72 | 38 | 21 | 746.45 | 213.00 | S/ 125,605.14 | S/ 14,642.50 | S/ 23,988.25 | S/ 81,016.42 | S/ 105,161.18 |
| | 6 | 2 | 37.85 | 45.87 | 100.00 | 100.00 | 32 | 26 | 746.45 | 398.00 | S/ 219,844.45 | S/ 83,205.91 | S/ 100,832.59 | S/ 219,844.45 | S/ 219,844.45 |
| | 7 | 2 | 86.44 | 90.71 | 100.00 | 100.00 | 30 | 23 | 746.45 | 458.00 | S/ 263,243.06 | S/ 227,543.97 | S/ 238,791.10 | S/ 263,243.06 | S/ 263,243.06 |
| | 8 | 1 | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | 38 | 41 | 593.27 | 214.00 | S/ 74,906.27 | S/ 21,127.83 | S/ 27,346.05 | S/ 74,906.27 | S/ 74,906.27 |
| | 9 | 2 | 16.51 | 24.49 | 77.65 | 99.06 | 26 | 15 | 827.61 | 452.00 | S/ 317,967.76 | S/ 52,505.40 | S/ 77,866.33 | S/ 246,900.74 | S/ 314,964.95 |
| | 10 | 2 | 13.88 | 21.61 | 70.59 | 90.90 | 35 | 18 | 827.61 | 428.00 | S/ 290,458.01 | S/ 40,316.66 | S/ 62,763.35 | S/ 205,030.94 | S/ 264,029.76 |
| | 11 | 2 | 63.64 | 69.90 | 100.00 | 100.00 | 31 | 26 | 746.45 | 426.00 | S/ 235,310.90 | S/ 149,754.57 | S/ 164,487.52 | S/ 235,310.90 | S/ 235,310.90 |
| | 12 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 47 | 87 | 464.25 | 199.00 | S/ 12,010.15 | S/ 12,010.15 | S/ 12,010.15 | S/ 12,010.15 | S/ 12,010.15 |
| | 13 | 1 | 95.93 | 99.34 | 100.00 | 100.00 | 46 | 87 | 464.25 | 182.00 | S/ 10,984.16 | S/ 10,537.02 | S/ 10,911.80 | S/ 10,984.16 | S/ 10,984.16 |
| | 14 | 2 | 72.05 | 77.60 | 100.00 | 100.00 | 29 | 35 | 719.39 | 382.00 | S/ 178,624.54 | S/ 128,690.81 | S/ 138,603.76 | S/ 178,624.54 | S/ 178,624.54 |
| | 15 | 1 | 75.43 | 80.69 | 100.00 | 100.00 | 40 | 81 | 464.25 | 211.00 | S/ 18,611.78 | S/ 14,039.68 | S/ 15,017.54 | S/ 18,611.78 | S/ 18,611.78 |
| | 16 | 1 | 8.65 | 15.55 | 55.92 | 73.36 | 41 | 24 | 746.45 | 210.00 | S/ 119,133.42 | S/ 10,310.77 | S/ 18,525.42 | S/ 66,625.03 | S/ 87,399.68 |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Antigüedad en años | Depreciación "P" (%) | Valor Unitario de la Edificación "VUE" por m ² (S/. /m ²) | Área Total Techada Construida "AT" (m ²) | Valor de la Edificación Construida (S/): VE = AT x VUE x (1 - P/100) | Pérdidas Económicas según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|--|--|--|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 5 | 1 | 2 | 26.74 | 35.05 | 100.00 | 100.00 | 27 | 35 | 719.39 | 396.00 | S/ 185,170.99 | S/ 49,514.03 | S/ 64,902.82 | S/ 185,170.99 | S/ 185,170.99 |
| | 2 | 3 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 26 | 23 | 827.61 | 576.00 | S/ 367,061.59 | S/ 367,061.59 | S/ 367,061.59 | S/ 367,061.59 | S/ 367,061.59 |
| | 3 | 2 | 43.26 | 51.00 | 100.00 | 100.00 | 23 | 20 | 746.45 | 370.00 | S/ 220,949.20 | S/ 95,592.76 | S/ 112,685.58 | S/ 220,949.20 | S/ 220,949.20 |
| | 4 | 1 | 70.95 | 76.59 | 100.00 | 100.00 | 39 | 41 | 593.27 | 180.00 | S/ 63,005.27 | S/ 44,699.29 | S/ 48,255.72 | S/ 63,005.27 | S/ 63,005.27 |
| | 5 | 2 | 10.01 | 17.18 | 59.86 | 78.15 | 23 | 12 | 827.61 | 376.00 | S/ 273,839.60 | S/ 27,405.18 | S/ 47,034.09 | S/ 163,918.34 | S/ 214,016.36 |
| | 6 | 2 | 20.33 | 28.53 | 87.74 | 100.00 | 29 | 15 | 827.61 | 386.00 | S/ 271,538.84 | S/ 55,209.82 | S/ 77,472.60 | S/ 238,244.95 | S/ 271,538.84 |
| | 7 | 1 | 8.97 | 15.93 | 56.84 | 74.49 | 41 | 24 | 746.45 | 208.00 | S/ 117,998.82 | S/ 10,579.20 | S/ 18,795.04 | S/ 67,073.01 | S/ 87,892.48 |
| | 8 | 2 | 97.36 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 23 | 20 | 746.45 | 360.00 | S/ 214,977.60 | S/ 209,293.03 | S/ 214,977.60 | S/ 214,977.60 | S/ 214,977.60 |
| | 9 | 2 | 63.64 | 69.90 | 100.00 | 100.00 | 36 | 41 | 719.39 | 448.00 | S/ 190,149.16 | S/ 121,013.12 | S/ 132,918.47 | S/ 190,149.16 | S/ 190,149.16 |
| | 10 | 3 | 45.46 | 53.06 | 100.00 | 100.00 | 30 | 23 | 827.61 | 570.00 | S/ 363,238.03 | S/ 165,121.98 | S/ 192,743.59 | S/ 363,238.03 | S/ 363,238.03 |
| | 11 | 1 | 14.15 | 21.91 | 71.32 | 91.76 | 38 | 21 | 746.45 | 227.00 | S/ 133,860.88 | S/ 18,944.19 | S/ 29,328.96 | S/ 95,474.86 | S/ 122,828.66 |
| | 12 | 2 | 43.26 | 51.00 | 100.00 | 100.00 | 32 | 26 | 746.45 | 414.00 | S/ 228,682.42 | S/ 98,938.51 | S/ 116,629.57 | S/ 228,682.42 | S/ 228,682.42 |
| | 13 | 1 | 12.12 | 19.62 | 65.77 | 85.24 | 41 | 24 | 746.45 | 220.00 | S/ 124,806.44 | S/ 15,123.27 | S/ 24,492.34 | S/ 82,089.14 | S/ 106,379.20 |
| | 14 | 3 | 24.88 | 33.19 | 99.66 | 100.00 | 11 | 6 | 844.11 | 375.00 | S/ 297,548.78 | S/ 74,043.86 | S/ 98,757.11 | S/ 296,549.97 | S/ 297,548.78 |
| | 15 | 2 | 63.64 | 69.90 | 100.00 | 100.00 | 33 | 26 | 746.45 | 406.00 | S/ 224,263.44 | S/ 142,723.84 | S/ 156,765.10 | S/ 224,263.44 | S/ 224,263.44 |
| | 16 | 1 | 24.44 | 32.74 | 98.50 | 100.00 | 41 | 32 | 719.39 | 196.00 | S/ 95,880.30 | S/ 23,431.35 | S/ 31,390.75 | S/ 94,438.64 | S/ 95,880.30 |
| 6 | 1 | 2 | 15.00 | 22.84 | 73.60 | 94.40 | 24 | 12 | 827.61 | 412.00 | S/ 300,058.28 | S/ 45,003.18 | S/ 68,540.43 | S/ 220,849.43 | S/ 283,263.46 |
| | 2 | 2 | 52.62 | 59.74 | 100.00 | 100.00 | 35 | 26 | 746.45 | 424.00 | S/ 234,206.15 | S/ 123,229.85 | S/ 139,905.55 | S/ 234,206.15 | S/ 234,206.15 |
| | 3 | 2 | 8.09 | 14.85 | 54.22 | 71.27 | 21 | 12 | 827.61 | 448.00 | S/ 326,276.97 | S/ 26,390.15 | S/ 48,459.55 | S/ 176,919.47 | S/ 232,539.13 |
| | 4 | 2 | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | 25 | 32 | 719.39 | 250.00 | S/ 122,296.30 | S/ 35,734.93 | S/ 45,871.75 | S/ 122,296.30 | S/ 122,296.30 |
| | 5 | 2 | 9.47 | 16.53 | 58.30 | 76.26 | 25 | 12 | 827.61 | 406.00 | S/ 295,688.50 | S/ 27,989.68 | S/ 48,879.86 | S/ 172,389.62 | S/ 225,505.18 |
| | 6 | 3 | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | 22 | 12 | 844.11 | 594.00 | S/ 441,233.18 | S/ 124,452.85 | S/ 161,081.09 | S/ 441,233.18 | S/ 441,233.18 |
| | 7 | 2 | 15.00 | 22.84 | 73.60 | 94.40 | 25 | 12 | 827.61 | 460.00 | S/ 335,016.53 | S/ 50,246.27 | S/ 76,525.73 | S/ 246,579.46 | S/ 316,265.03 |
| | 8 | 2 | 43.26 | 51.00 | 100.00 | 100.00 | 21 | 20 | 746.45 | 422.00 | S/ 252,001.52 | S/ 109,027.42 | S/ 128,522.47 | S/ 252,001.52 | S/ 252,001.52 |
| | 9 | 1 | 34.76 | 42.91 | 100.00 | 100.00 | 39 | 29 | 719.39 | 207.00 | S/ 105,728.75 | S/ 36,753.16 | S/ 45,363.81 | S/ 105,728.75 | S/ 105,728.75 |
| | 10 | 3 | 12.84 | 20.45 | 67.77 | 87.59 | 24 | 12 | 844.11 | 603.00 | S/ 447,918.53 | S/ 57,527.94 | S/ 91,587.70 | S/ 303,541.80 | S/ 392,340.99 |
| 7 | 1 | 2 | 15.00 | 22.84 | 73.60 | 94.40 | 28 | 15 | 827.61 | 491.96 | S/ 346,078.36 | S/ 51,905.34 | S/ 79,052.51 | S/ 254,721.21 | S/ 326,707.71 |
| | 2 | 3 | 15.00 | 22.84 | 73.60 | 94.40 | 30 | 15 | 844.11 | 387.02 | S/ 277,686.13 | S/ 41,647.77 | S/ 63,430.10 | S/ 204,383.04 | S/ 262,143.52 |
| | 2A | 1 | 9.13 | 16.12 | 57.32 | 75.07 | 41 | 24 | 746.45 | 125.00 | S/ 70,912.75 | S/ 6,472.73 | S/ 11,434.21 | S/ 40,645.34 | S/ 53,231.58 |
| | 3 | 1 | 10.01 | 17.18 | 59.86 | 78.15 | 38 | 21 | 746.45 | 254.02 | S/ 149,791.50 | S/ 14,990.76 | S/ 25,727.86 | S/ 89,664.07 | S/ 117,067.92 |
| | 4 | 4 | 50.13 | 57.43 | 100.00 | 100.00 | 28 | 15 | 863.38 | 991.98 | S/ 727,987.34 | S/ 364,943.75 | S/ 418,061.17 | S/ 727,987.34 | S/ 727,987.34 |
| | 5 | 2 | 42.55 | 50.33 | 100.00 | 100.00 | 22 | 20 | 746.45 | 503.51 | S/ 300,673.05 | S/ 127,947.15 | S/ 151,329.91 | S/ 300,673.05 | S/ 300,673.05 |
| | 6 | 3 | 7.83 | 14.53 | 53.44 | 70.30 | 22 | 12 | 844.11 | 185.40 | S/ 137,718.23 | S/ 20,014.55 | S/ 20,014.55 | S/ 73,597.73 | S/ 96,819.86 |
| | 6A | 1 | 10.59 | 17.86 | 61.52 | 80.15 | 39 | 21 | 746.45 | 150.00 | S/ 88,454.33 | S/ 9,368.43 | S/ 15,800.03 | S/ 54,414.11 | S/ 70,898.49 |
| | 7 | 1 | 16.83 | 24.83 | 78.50 | 100.00 | 38 | 41 | 593.27 | 251.00 | S/ 87,857.35 | S/ 14,788.01 | S/ 21,816.80 | S/ 68,966.16 | S/ 87,857.35 |
| | 8 | 2 | 8.36 | 15.19 | 55.05 | 72.29 | 25 | 12 | 827.61 | 502.50 | S/ 365,969.14 | S/ 30,603.79 | S/ 55,595.93 | S/ 201,472.66 | S/ 264,561.92 |
| 9 | 2 | 24.00 | 32.29 | 97.35 | 100.00 | 21 | 12 | 827.61 | 502.00 | S/ 365,604.99 | S/ 87,739.29 | S/ 118,069.94 | S/ 355,901.81 | S/ 365,604.99 | |
| 10 | 2 | 52.62 | 59.74 | 100.00 | 100.00 | 36 | 29 | 746.45 | 502.50 | S/ 266,314.70 | S/ 140,124.07 | S/ 159,085.93 | S/ 266,314.70 | S/ 266,314.70 | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Antigüedad en años | Depreciación "P" (%) | Valor Unitario de la Edificación "VUE" por m2 (\$/ .m2) | Área Total Techada Construida "AT" (m2) | Valor de la Edificación Construida (\$) : VE = AT x VUE x (1 - P/100) | Pérdidas Económicas según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|---|---|---|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 8 | 1 | 2 | 33.01 | 41.22 | 100.00 | 100.00 | 31 | 38 | 719.39 | 426.00 | S/ 190,005.29 | S/ 62,728.10 | S/ 78,312.76 | S/ 190,005.29 | S/ 190,005.29 |
| | 2 | 1 | 21.10 | 29.33 | 89.76 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 225.00 | S/ 114,922.55 | S/ 24,251.97 | S/ 33,707.35 | S/ 103,156.92 | S/ 114,922.55 |
| | 3 | 2 | 73.16 | 78.61 | 100.00 | 100.00 | 34 | 38 | 719.39 | 132.40 | S/ 59,053.29 | S/ 43,203.50 | S/ 46,423.56 | S/ 59,053.29 | S/ 59,053.29 |
| | 4 | 1 | 42.55 | 50.33 | 100.00 | 100.00 | 41 | 32 | 719.39 | 174.00 | S/ 85,118.22 | S/ 36,220.85 | S/ 42,840.33 | S/ 85,118.22 | S/ 85,118.22 |
| | 5 | 2 | 25.34 | 33.65 | 100.00 | 100.00 | 21 | 12 | 827.61 | 304.00 | S/ 221,402.23 | S/ 56,098.74 | S/ 74,494.29 | S/ 221,402.23 | S/ 221,402.23 |
| | 6 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 38 | 81 | 464.25 | 217.00 | S/ 19,141.03 | S/ 19,141.03 | S/ 19,141.03 | S/ 19,141.03 | S/ 19,141.03 |
| | 7 | 1 | 6.83 | 13.25 | 50.22 | 66.29 | 38 | 21 | 746.45 | 195.00 | S/ 114,990.62 | S/ 7,853.88 | S/ 15,231.91 | S/ 57,753.56 | S/ 76,230.77 |
| | 8 | 2 | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | 36 | 29 | 746.45 | 418.00 | S/ 221,531.43 | S/ 34,532.53 | S/ 52,031.00 | S/ 166,553.85 | S/ 213,172.55 |
| | 9 | 1 | 7.48 | 14.09 | 52.35 | 68.95 | 38 | 21 | 746.45 | 218.00 | S/ 128,553.62 | S/ 9,619.82 | S/ 18,115.70 | S/ 67,300.76 | S/ 88,640.85 |
| | 10 | 3 | 8.65 | 15.55 | 55.92 | 73.36 | 28 | 15 | 844.11 | 621.00 | S/ 445,563.46 | S/ 38,562.67 | S/ 69,285.76 | S/ 249,180.12 | S/ 326,878.08 |
| 9 | 1 | 2 | 91.76 | 95.55 | 100.00 | 100.00 | 32 | 38 | 719.39 | 488.00 | S/ 217,658.64 | S/ 199,717.69 | S/ 207,969.44 | S/ 217,658.64 | S/ 217,658.64 |
| | 2 | 1 | 32.45 | 40.67 | 100.00 | 100.00 | 41 | 32 | 719.39 | 257.00 | S/ 125,720.60 | S/ 40,793.69 | S/ 51,126.34 | S/ 125,720.60 | S/ 125,720.60 |
| | 3 | 2 | 8.51 | 15.37 | 55.48 | 72.82 | 24 | 12 | 827.61 | 514.00 | S/ 374,344.56 | S/ 31,842.94 | S/ 57,530.61 | S/ 207,696.43 | S/ 272,599.18 |
| | 4 | 2 | 7.27 | 13.82 | 51.68 | 68.12 | 23 | 12 | 827.61 | 512.00 | S/ 372,887.96 | S/ 27,121.16 | S/ 51,546.96 | S/ 192,726.14 | S/ 254,015.33 |
| | 5 | 1 | 8.65 | 15.55 | 55.92 | 73.36 | 38 | 21 | 746.45 | 238.00 | S/ 140,347.53 | S/ 12,146.81 | S/ 21,824.24 | S/ 78,488.96 | S/ 102,962.96 |
| | 6 | 2 | 7.38 | 13.96 | 52.01 | 68.53 | 26 | 15 | 827.61 | 462.00 | S/ 325,002.45 | S/ 23,971.80 | S/ 45,354.80 | S/ 169,042.37 | S/ 222,723.42 |
| | 7 | 3 | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | 21 | 12 | 844.11 | 828.00 | S/ 615,052.31 | S/ 95,874.94 | S/ 144,457.10 | S/ 462,414.44 | S/ 591,844.99 |
| | 8 | 1 | 17.49 | 25.53 | 80.23 | 100.00 | 5 | 8 | 719.39 | 153.00 | S/ 101,261.34 | S/ 17,706.94 | S/ 25,855.02 | S/ 81,246.42 | S/ 101,261.34 |
| | 9 | 2 | 50.95 | 58.19 | 100.00 | 100.00 | 36 | 41 | 719.39 | 550.00 | S/ 233,442.06 | S/ 118,933.17 | S/ 135,832.89 | S/ 233,442.06 | S/ 233,442.06 |
| | 10 | 1 | 75.43 | 80.69 | 100.00 | 100.00 | 40 | 41 | 593.27 | 253.00 | S/ 88,557.41 | S/ 66,802.74 | S/ 71,455.49 | S/ 88,557.41 | S/ 88,557.41 |
| 10 | 11 | 2 | 10.01 | 17.18 | 59.86 | 78.15 | 23 | 12 | 827.61 | 506.00 | S/ 368,518.18 | S/ 36,880.38 | S/ 63,259.88 | S/ 220,592.23 | S/ 288,011.37 |
| | 12 | 3 | 19.22 | 27.37 | 84.82 | 100.00 | 27 | 15 | 844.11 | 783.00 | S/ 561,797.41 | S/ 107,985.04 | S/ 153,762.00 | S/ 476,498.29 | S/ 561,797.41 |
| | 13 | 1 | 16.83 | 24.83 | 78.50 | 100.00 | 39 | 29 | 719.39 | 254.00 | S/ 129,734.79 | S/ 21,836.75 | S/ 32,215.84 | S/ 101,839.06 | S/ 129,734.79 |
| | 14 | 2 | 13.35 | 21.02 | 69.15 | 89.22 | 25 | 12 | 827.61 | 299.74 | S/ 218,299.68 | S/ 29,147.21 | S/ 45,884.02 | S/ 150,963.95 | S/ 194,772.87 |
| | 14A | 1 | 11.89 | 19.36 | 65.13 | 84.47 | 42 | 24 | 746.45 | 151.25 | S/ 85,804.43 | S/ 10,197.92 | S/ 16,610.82 | S/ 55,885.59 | S/ 72,482.04 |
| | 15 | 1 | 7.96 | 14.69 | 53.83 | 70.78 | 40 | 21 | 746.45 | 249.00 | S/ 146,834.18 | S/ 11,685.16 | S/ 21,570.12 | S/ 79,035.81 | S/ 103,929.26 |
| | 16 | 1 | 13.35 | 21.02 | 69.15 | 89.22 | 41 | 24 | 746.45 | 247.00 | S/ 140,123.59 | S/ 18,709.20 | S/ 29,452.33 | S/ 96,901.71 | S/ 125,022.05 |
| | 17 | 1 | 38.49 | 46.48 | 100.00 | 100.00 | 39 | 41 | 593.27 | 147.49 | S/ 51,625.82 | S/ 19,871.65 | S/ 23,995.53 | S/ 51,625.82 | S/ 51,625.82 |
| | 17A | 1 | 23.57 | 31.85 | 96.21 | 100.00 | 37 | 29 | 719.39 | 155.64 | S/ 79,495.76 | S/ 18,733.43 | S/ 25,323.23 | S/ 76,485.13 | S/ 79,495.76 |
| | 18 | 2 | 16.20 | 24.15 | 76.81 | 98.10 | 30 | 15 | 827.61 | 484.00 | S/ 340,478.75 | S/ 55,154.85 | S/ 82,226.09 | S/ 261,536.95 | S/ 334,010.28 |
| 10 | 19 | 2 | 26.27 | 34.58 | 100.00 | 100.00 | 26 | 15 | 827.61 | 466.00 | S/ 327,816.32 | S/ 86,102.11 | S/ 113,347.46 | S/ 327,816.32 | S/ 327,816.32 |
| | 20 | 2 | 10.80 | 18.10 | 62.09 | 80.84 | 23 | 12 | 827.61 | 478.00 | S/ 348,125.87 | S/ 37,580.51 | S/ 63,012.17 | S/ 216,155.52 | S/ 281,435.27 |
| | 1 | 1 | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | 38 | 29 | 719.39 | 244.00 | S/ 124,627.12 | S/ 35,151.94 | S/ 45,497.65 | S/ 124,627.12 | S/ 124,627.12 |
| | 2 | 2 | 18.51 | 26.62 | 82.94 | 100.00 | 23 | 12 | 827.61 | 556.00 | S/ 404,933.02 | S/ 74,953.85 | S/ 107,794.54 | S/ 335,857.90 | S/ 404,933.02 |
| | 3 | 1 | 82.63 | 87.24 | 100.00 | 100.00 | 41 | 84 | 464.25 | 255.00 | S/ 18,941.40 | S/ 15,650.58 | S/ 16,524.80 | S/ 18,941.40 | S/ 18,941.40 |
| | 4 | 3 | 28.74 | 35.05 | 100.00 | 100.00 | 28 | 15 | 844.11 | 458.13 | S/ 328,705.30 | S/ 87,894.56 | S/ 115,211.90 | S/ 328,705.30 | S/ 328,705.30 |
| | 4A | 2 | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | 25 | 12 | 827.61 | 298.32 | S/ 217,265.50 | S/ 33,867.55 | S/ 51,029.06 | S/ 163,346.60 | S/ 209,067.58 |
| | 5 | 1 | 58.99 | 63.78 | 100.00 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 255.41 | S/ 130,454.97 | S/ 74,349.49 | S/ 83,210.30 | S/ 130,454.97 | S/ 130,454.97 |
| | 6 | 2 | 17.49 | 25.53 | 80.23 | 100.00 | 25 | 12 | 827.61 | 338.58 | S/ 246,586.73 | S/ 43,119.09 | S/ 62,960.90 | S/ 197,847.36 | S/ 246,586.73 |
| | 6A | 2 | 27.22 | 35.53 | 100.00 | 100.00 | 28 | 35 | 719.39 | 188.20 | S/ 88,002.98 | S/ 23,955.33 | S/ 31,267.29 | S/ 88,002.98 | S/ 88,002.98 |
| 7 | 2 | 65.66 | 71.75 | 100.00 | 100.00 | 36 | 29 | 746.45 | 510.00 | S/ 270,289.55 | S/ 177,468.96 | S/ 193,939.53 | S/ 270,289.55 | S/ 270,289.55 | |
| 8 | 2 | 30.80 | 39.06 | 100.00 | 100.00 | 26 | 23 | 746.45 | 548.00 | S/ 314,972.04 | S/ 97,006.74 | S/ 123,023.09 | S/ 314,972.04 | S/ 314,972.04 | |
| 9 | 1 | 8.97 | 15.93 | 56.84 | 74.49 | 41 | 24 | 746.45 | 244.00 | S/ 138,421.69 | S/ 12,410.22 | S/ 22,048.03 | S/ 78,681.80 | S/ 103,104.64 | |
| 10 | 2 | 15.29 | 23.16 | 74.39 | 95.31 | 24 | 12 | 827.61 | 502.00 | S/ 365,604.99 | S/ 55,902.83 | S/ 84,682.72 | S/ 271,959.97 | S/ 348,453.17 | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Antigüedad en años | Depreciación "P" (%) | Valor Unitario de la Edificación "VUE" por m2 (S/. /m2) | Area Total Techada Construida "AT" (m2) | Valor de la Edificación Construida (S): VE = AT x VUE x (1 - P/100) | Pérdidas Económicas según Tipo de Escenario de Sismo | | | | | | | | |
|---------|------|-----------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|---|---|---|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------|----|------------|----|------------|
| | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | | | | | |
| | 1 | 2 | 23.14 | 31.42 | 95.10 | 100.00 | 8 | 11 | 746.45 | 100.00 | S/ | 66,434.05 | S/ | 15,372.07 | S/ | 20,874.05 | S/ | 63,176.58 | S/ | 66,434.05 |
| | 2 | 2 | 19.96 | 28.14 | 86.75 | 100.00 | 26 | 15 | 827.61 | 552.00 | S/ | 388,314.61 | S/ | 77,491.89 | S/ | 109,267.15 | S/ | 336,862.71 | S/ | 388,314.61 |
| | 3 | 2 | 15.00 | 22.84 | 73.60 | 94.40 | 25 | 12 | 827.61 | 554.00 | S/ | 403,476.43 | S/ | 60,513.99 | S/ | 92,163.59 | S/ | 296,967.43 | S/ | 380,893.10 |
| | 4 | 2 | 89.06 | 93.10 | 100.00 | 100.00 | 31 | 26 | 746.45 | 464.00 | S/ | 256,301.07 | S/ | 228,271.43 | S/ | 238,613.92 | S/ | 256,301.07 | S/ | 256,301.07 |
| | 5 | 1 | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 274.00 | S/ | 134,036.74 | S/ | 39,165.49 | S/ | 50,275.44 | S/ | 134,036.74 | S/ | 134,036.74 |
| | 6 | 2 | 94.52 | 98.06 | 100.00 | 100.00 | 32 | 26 | 746.45 | 714.00 | S/ | 394,394.32 | S/ | 372,784.59 | S/ | 386,746.58 | S/ | 394,394.32 | S/ | 394,394.32 |
| | 7 | 1 | 87.74 | 91.90 | 100.00 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 175.00 | S/ | 85,607.41 | S/ | 75,114.33 | S/ | 78,671.13 | S/ | 85,607.41 | S/ | 85,607.41 |
| | 7A | 2 | 44.72 | 52.37 | 100.00 | 100.00 | 35 | 26 | 746.45 | 350.00 | S/ | 193,330.55 | S/ | 88,451.32 | S/ | 101,240.77 | S/ | 193,330.55 | S/ | 193,330.55 |
| | 8 | 1 | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | 39 | 21 | 746.45 | 345.00 | S/ | 203,444.95 | S/ | 31,713.19 | S/ | 47,783.04 | S/ | 152,955.90 | S/ | 195,768.51 |
| | 9 | 1 | 24.44 | 32.74 | 98.50 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 271.00 | S/ | 132,569.19 | S/ | 32,397.42 | S/ | 43,402.51 | S/ | 130,575.88 | S/ | 132,569.19 |
| | 10 | 3 | 67.73 | 73.65 | 100.00 | 100.00 | 29 | 23 | 827.61 | 771.00 | S/ | 491,327.23 | S/ | 332,782.09 | S/ | 361,865.28 | S/ | 491,327.23 | S/ | 491,327.23 |
| | 11 | 2 | 9.47 | 16.53 | 58.30 | 76.26 | 30 | 15 | 827.61 | 508.00 | S/ | 357,362.00 | S/ | 33,827.65 | S/ | 59,075.03 | S/ | 208,345.95 | S/ | 272,540.13 |
| | 12 | 1 | 42.55 | 50.33 | 100.00 | 100.00 | 37 | 29 | 719.39 | 265.00 | S/ | 135,353.23 | S/ | 57,597.65 | S/ | 68,123.81 | S/ | 135,353.23 | S/ | 135,353.23 |
| | 13 | 1 | 62.65 | 68.99 | 100.00 | 100.00 | 38 | 29 | 719.39 | 263.00 | S/ | 134,331.69 | S/ | 84,162.10 | S/ | 92,681.60 | S/ | 134,331.69 | S/ | 134,331.69 |
| | 14 | 2 | 12.35 | 19.89 | 66.43 | 86.01 | 30 | 15 | 827.61 | 532.00 | S/ | 374,245.24 | S/ | 46,236.21 | S/ | 74,452.76 | S/ | 248,597.48 | S/ | 321,884.68 |
| | 15 | 1 | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | 39 | 41 | 593.27 | 237.00 | S/ | 82,956.94 | S/ | 23,398.58 | S/ | 30,285.11 | S/ | 82,956.94 | S/ | 82,956.94 |
| | 16 | 1 | 43.99 | 51.68 | 100.00 | 100.00 | 38 | 29 | 719.39 | 363.00 | S/ | 185,408.38 | S/ | 81,553.05 | S/ | 95,817.93 | S/ | 185,408.38 | S/ | 185,408.38 |
| | 17 | 2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 31 | 26 | 746.45 | 554.00 | S/ | 306,014.64 | S/ | 306,014.64 | S/ | 306,014.64 | S/ | 306,014.64 | S/ | 306,014.64 |
| | 18 | 2 | 14.71 | 22.53 | 72.83 | 93.51 | 30 | 23 | 746.45 | 494.00 | S/ | 283,934.65 | S/ | 41,769.62 | S/ | 63,991.97 | S/ | 206,791.02 | S/ | 265,505.04 |
| | 19 | 2 | 31.89 | 40.12 | 100.00 | 100.00 | 29 | 15 | 827.61 | 622.00 | S/ | 437,557.41 | S/ | 139,537.39 | S/ | 175,556.21 | S/ | 437,557.41 | S/ | 437,557.41 |
| | 20 | 1 | 43.99 | 51.68 | 100.00 | 100.00 | 42 | 44 | 593.27 | 240.00 | S/ | 79,735.49 | S/ | 35,072.16 | S/ | 41,206.82 | S/ | 79,735.49 | S/ | 79,735.49 |
| | 21 | 2 | 15.00 | 22.84 | 73.60 | 94.40 | 27 | 15 | 827.61 | 474.00 | S/ | 333,444.07 | S/ | 50,010.43 | S/ | 76,166.54 | S/ | 245,422.09 | S/ | 314,780.58 |
| | 22 | 2 | 36.59 | 44.66 | 100.00 | 100.00 | 24 | 20 | 746.45 | 508.00 | S/ | 303,357.28 | S/ | 110,988.50 | S/ | 135,477.91 | S/ | 303,357.28 | S/ | 303,357.28 |
| | 23 | 2 | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | 30 | 15 | 827.61 | 460.00 | S/ | 323,595.51 | S/ | 50,442.38 | S/ | 76,002.75 | S/ | 243,288.63 | S/ | 311,385.52 |
| | 24 | 3 | 25.80 | 34.11 | 100.00 | 100.00 | 22 | 12 | 844.11 | 528.00 | S/ | 392,207.27 | S/ | 101,182.21 | S/ | 133,776.65 | S/ | 392,207.27 | S/ | 392,207.27 |
| | 25 | 2 | 21.10 | 29.33 | 89.76 | 100.00 | 30 | 23 | 746.45 | 352.00 | S/ | 202,317.81 | S/ | 42,694.89 | S/ | 59,340.81 | S/ | 181,604.75 | S/ | 202,317.81 |
| | 26 | 2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 35 | 78 | 668.08 | 352.00 | S/ | 51,736.12 | S/ | 51,736.12 | S/ | 51,736.12 | S/ | 51,736.12 | S/ | 51,736.12 |
| | 27 | 3 | 19.96 | 28.14 | 86.75 | 100.00 | 29 | 15 | 844.11 | 576.00 | S/ | 413,276.26 | S/ | 82,473.22 | S/ | 116,291.06 | S/ | 358,516.92 | S/ | 413,276.26 |
| | 28 | 2 | 63.64 | 69.90 | 100.00 | 100.00 | 31 | 26 | 746.45 | 384.00 | S/ | 212,111.23 | S/ | 134,990.04 | S/ | 148,270.44 | S/ | 212,111.23 | S/ | 212,111.23 |
| | 29 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 39 | 81 | 464.25 | 208.56 | S/ | 18,396.56 | S/ | 18,396.56 | S/ | 18,396.56 | S/ | 18,396.56 | S/ | 18,396.56 |
| | 30 | 2 | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | 29 | 15 | 827.61 | 419.52 | S/ | 295,119.11 | S/ | 86,233.70 | S/ | 110,695.35 | S/ | 295,119.11 | S/ | 295,119.11 |
| | 31 | 2 | 19.96 | 28.14 | 86.75 | 100.00 | 30 | 15 | 827.61 | 416.30 | S/ | 292,853.94 | S/ | 58,441.80 | S/ | 82,405.64 | S/ | 254,050.63 | S/ | 292,853.94 |
| | 1 | 2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 22 | 20 | 746.45 | 502.00 | S/ | 299,774.32 | S/ | 299,774.32 | S/ | 299,774.32 | S/ | 299,774.32 | S/ | 299,774.32 |
| | 2 | 2 | 21.10 | 29.33 | 89.76 | 100.00 | 31 | 26 | 746.45 | 556.00 | S/ | 307,119.39 | S/ | 64,811.05 | S/ | 90,079.63 | S/ | 275,676.87 | S/ | 307,119.39 |
| | 3 | 3 | 25.34 | 33.65 | 100.00 | 100.00 | 29 | 15 | 844.11 | 807.00 | S/ | 579,017.25 | S/ | 146,710.97 | S/ | 194,819.54 | S/ | 579,017.25 | S/ | 579,017.25 |
| | 4 | 4 | 33.01 | 41.22 | 100.00 | 100.00 | 25 | 12 | 863.38 | 952.00 | S/ | 723,305.23 | S/ | 238,791.05 | S/ | 298,118.18 | S/ | 723,305.23 | S/ | 723,305.23 |
| | 5 | 1 | 19.59 | 27.75 | 85.78 | 100.00 | 38 | 41 | 593.27 | 270.00 | S/ | 94,507.91 | S/ | 18,510.03 | S/ | 26,227.59 | S/ | 81,065.10 | S/ | 94,507.91 |
| | 6 | 1 | 42.55 | 50.33 | 100.00 | 100.00 | 38 | 41 | 593.27 | 270.00 | S/ | 94,507.91 | S/ | 40,216.50 | S/ | 47,566.20 | S/ | 94,507.91 | S/ | 94,507.91 |
| | 7 | 1 | 95.93 | 99.34 | 100.00 | 100.00 | 50 | 87 | 464.25 | 282.44 | S/ | 15,838.91 | S/ | 15,194.14 | S/ | 15,734.57 | S/ | 15,838.91 | S/ | 15,838.91 |
| | 8 | 2 | 18.51 | 26.62 | 82.94 | 100.00 | 29 | 15 | 827.61 | 307.42 | S/ | 216,260.29 | S/ | 40,030.18 | S/ | 57,569.22 | S/ | 179,369.73 | S/ | 216,260.29 |
| | 8A | 2 | 19.22 | 27.37 | 84.82 | 100.00 | 27 | 15 | 827.61 | 367.38 | S/ | 258,440.26 | S/ | 49,675.70 | S/ | 70,734.20 | S/ | 219,200.62 | S/ | 258,440.26 |
| | 9 | 1 | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | 41 | 44 | 593.27 | 238.00 | S/ | 79,071.03 | S/ | 12,325.67 | S/ | 18,571.38 | S/ | 59,447.93 | S/ | 76,087.50 |
| | 10 | 1 | 34.76 | 42.91 | 100.00 | 100.00 | 37 | 41 | 593.27 | 261.00 | S/ | 91,357.65 | S/ | 31,757.52 | S/ | 39,197.76 | S/ | 91,357.65 | S/ | 91,357.65 |
| | 11 | 2 | 14.71 | 22.53 | 72.83 | 93.51 | 40 | 29 | 746.45 | 109.80 | S/ | 58,191.75 | S/ | 8,560.59 | S/ | 13,108.86 | S/ | 42,381.34 | S/ | 54,414.64 |
| | 12 | 3 | 24.44 | 32.74 | 98.50 | 100.00 | 29 | 23 | 827.61 | 756.00 | S/ | 481,768.33 | S/ | 117,735.15 | S/ | 157,728.63 | S/ | 474,524.46 | S/ | 481,768.33 |
| | 13 | 2 | 41.16 | 49.01 | 100.00 | 100.00 | 31 | 26 | 746.45 | 300.00 | S/ | 165,711.90 | S/ | 68,209.02 | S/ | 81,223.17 | S/ | 165,711.90 | S/ | 165,711.90 |
| | 13A | 1 | 43.99 | 51.68 | 100.00 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 145.39 | S/ | 71,122.64 | S/ | 31,283.74 | S/ | 36,755.75 | S/ | 71,122.64 | S/ | 71,122.64 |
| | 14 | 1 | 7.38 | 13.96 | 52.01 | 68.53 | 37 | 21 | 746.45 | 232.00 | S/ | 136,809.36 | S/ | 10,090.90 | S/ | 19,029.04 | S/ | 71,158.16 | S/ | 93,755.13 |
| | 15 | 1 | 10.20 | 17.40 | 60.40 | 78.81 | 38 | 21 | 746.45 | 272.00 | S/ | 160,397.18 | S/ | 16,356.67 | S/ | 27,909.16 | S/ | 96,880.97 | S/ | 126,405.95 |
| | 16 | 3 | 23.14 | 31.42 | 95.10 | 100.00 | 27 | 23 | 827.61 | 777.00 | S/ | 495,150.79 | S/ | 114,572.16 | S/ | 155,579.92 | S/ | 470,871.96 | S/ | 495,150.79 |
| | 17 | 2 | 37.21 | 45.26 | 100.00 | 100.00 | 25 | 20 | 746.45 | 480.00 | S/ | 286,636.80 | S/ | 129,728.17 | S/ | 286,636.80 | S/ | 286,636.80 | S/ | 286,636.80 |
| | 18 | 2 | 55.21 | 62.13 | 100.00 | 100.00 | 26 | 23 | 746.45 | 476.00 | S/ | 273,588.85 | S/ | 151,037.23 | S/ | 169,992.82 | S/ | 273,588.85 | S/ | 273,588.85 |
| | 19 | 3 | 22.72 | 30.99 | 94.00 | 100.00 | 21 | 12 | 844.11 | 732.00 | S/ | 543,741.90 | S/ | 123,532.13 | S/ | 168,516.68 | S/ | 511,102.49 | S/ | 543,741.90 |
| | 20 | 1 | 60.71 | 67.21 | 100.00 | 100.00 | 39 | 41 | 593.27 | 150.00 | S/ | 52,504.40 | S/ | 31,877.80 | S/ | 35,290.11 | S/ | 52,504.40 | S/ | 52,504.40 |
| | 20A | 2 | 87.74 | 91.90 | 100.00 | 100.00 | 26 | 35 | 719.39 | 300.00 | S/ | 140,281.05 | S/ | 123,086.51 | S/ | 128,914.87 | S/ | 140,281.05 | S/ | 140,281.05 |
| | 21 | 1 | 9.29 | 16.33 | 57.80 | 75.66 | 41 | 24 | 746.45 | 240.00 | S/ | 136,152.48 | S/ | 22,227.22 | S/ | 27,701.21 | S/ | 103,011.84 | S/ | 103,011.84 |
| | 22 | 2 | 24.88 | 33.19 | 99.66 | 100.00 | 32 | 18 | 827.61 | 472.00 | S/ | 320,318.17 | S/ | 79,709.94 | S/ | 106,314.33 | S/ | 319,242.94 | S/ | 320,318.17 |

11

12

| Manzana | Lote | Número de Pisos | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Antigüedad en años | Depreciación "P" (%) | Valor Unitario de la Edificación "VUE" por m ² (S/. /m ²) | Área Total Techada Construida "AT" (m ²) | Valor de la Edificación Construida (S/): VE = AT x VUE x (1 - P/100) | Pérdidas Económicas según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|--|--|--|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 1 | 2 | 85.15 | 89.54 | 100.00 | 100.00 | 33 | 38 | 719.39 | 556.00 | S/ 247,988.12 | S/ 211,165.42 | S/ 222,048.49 | S/ 247,988.12 | S/ 247,988.12 |
| | 2 | 2 | 11.00 | 18.34 | 62.68 | 81.55 | 21 | 12 | 827.61 | 492.00 | S/ 358,322.03 | S/ 39,428.40 | S/ 65,727.03 | S/ 224,585.04 | S/ 292,194.56 |
| | 3 | 1 | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | 40 | 41 | 593.27 | 250.00 | S/ 87,507.33 | S/ 25,569.61 | S/ 32,822.86 | S/ 87,507.33 | S/ 87,507.33 |
| | 4 | 2 | 12.12 | 19.62 | 65.77 | 85.24 | 21 | 12 | 827.61 | 536.00 | S/ 390,367.08 | S/ 47,302.27 | S/ 76,606.65 | S/ 256,756.78 | S/ 332,730.73 |
| | 5 | 1 | 9.13 | 16.12 | 57.32 | 75.07 | 42 | 24 | 746.45 | 246.00 | S/ 139,556.29 | S/ 12,738.33 | S/ 22,502.52 | S/ 79,990.03 | S/ 104,759.75 |
| | 6 | 1 | 51.78 | 58.96 | 100.00 | 100.00 | 42 | 84 | 464.25 | 276.00 | S/ 20,501.28 | S/ 10,614.76 | S/ 12,086.86 | S/ 20,501.28 | S/ 20,501.28 |
| | 7 | 2 | 43.26 | 51.00 | 100.00 | 100.00 | 25 | 20 | 746.45 | 476.00 | S/ 284,248.16 | S/ 122,978.79 | S/ 144,968.48 | S/ 284,248.16 | S/ 284,248.16 |
| | 8 | 1 | 10.39 | 17.63 | 60.95 | 79.47 | 41 | 24 | 746.45 | 278.00 | S/ 157,709.96 | S/ 16,389.38 | S/ 27,802.53 | S/ 96,129.14 | S/ 125,338.96 |
| | 9 | 3 | 41.85 | 49.67 | 100.00 | 100.00 | 25 | 12 | 844.11 | 795.00 | S/ 590,539.36 | S/ 247,155.46 | S/ 293,311.63 | S/ 590,539.36 | S/ 590,539.36 |
| | 10 | 2 | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | 30 | 35 | 719.39 | 312.90 | S/ 146,313.14 | S/ 41,268.62 | S/ 53,414.57 | S/ 146,313.14 | S/ 146,313.14 |
| | 10A | 1 | 26.27 | 34.58 | 100.00 | 100.00 | 38 | 41 | 593.27 | 159.60 | S/ 55,864.68 | S/ 14,673.05 | S/ 19,316.06 | S/ 55,864.68 | S/ 55,864.68 |
| | 11 | 1 | 11.89 | 19.36 | 65.13 | 84.47 | 37 | 29 | 719.39 | 259.00 | S/ 132,288.63 | S/ 15,722.60 | S/ 25,609.67 | S/ 86,161.38 | S/ 111,748.89 |
| | 12 | 1 | 8.09 | 14.85 | 54.22 | 71.27 | 39 | 21 | 746.45 | 179.13 | S/ 105,632.15 | S/ 8,543.81 | S/ 15,688.78 | S/ 57,277.67 | S/ 75,284.53 |
| | 12A | 2 | 26.74 | 35.05 | 100.00 | 100.00 | 26 | 15 | 827.61 | 131.58 | S/ 92,562.39 | S/ 24,750.83 | S/ 32,443.31 | S/ 92,562.39 | S/ 92,562.39 |
| | 13 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 42 | 84 | 464.25 | 234.00 | S/ 17,381.52 | S/ 17,381.52 | S/ 17,381.52 | S/ 17,381.52 | S/ 17,381.52 |
| | 14 | 1 | 31.34 | 39.59 | 100.00 | 100.00 | 42 | 44 | 593.27 | 255.00 | S/ 84,718.96 | S/ 26,551.19 | S/ 33,538.44 | S/ 84,718.96 | S/ 84,718.96 |
| | 15 | 1 | 18.16 | 26.25 | 82.03 | 100.00 | 42 | 44 | 593.27 | 265.00 | S/ 88,041.27 | S/ 15,991.15 | S/ 23,113.50 | S/ 72,216.12 | S/ 88,041.27 |
| | 16 | 1 | 32.45 | 40.67 | 100.00 | 100.00 | 38 | 29 | 719.39 | 232.00 | S/ 118,497.92 | S/ 38,450.08 | S/ 48,189.12 | S/ 118,497.92 | S/ 118,497.92 |
| | 17 | 1 | 10.59 | 17.86 | 61.52 | 80.15 | 41 | 24 | 746.45 | 251.00 | S/ 142,392.80 | S/ 15,081.19 | S/ 25,434.71 | S/ 87,595.24 | S/ 114,131.61 |
| | 18 | 1 | 8.51 | 15.37 | 55.48 | 72.82 | 40 | 21 | 746.45 | 280.00 | S/ 165,114.74 | S/ 14,045.18 | S/ 25,375.42 | S/ 91,610.10 | S/ 120,237.21 |
| | 19 | 1 | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | 31 | 26 | 719.39 | 253.00 | S/ 134,684.20 | S/ 20,994.70 | S/ 31,633.23 | S/ 101,259.54 | S/ 129,602.26 |
| | 20 | 1 | 32.45 | 40.67 | 100.00 | 100.00 | 41 | 32 | 719.39 | 279.00 | S/ 136,482.67 | S/ 44,285.75 | S/ 55,502.91 | S/ 136,482.67 | S/ 136,482.67 |
| | 21 | 1 | 34.76 | 42.91 | 100.00 | 100.00 | 42 | 44 | 593.27 | 239.00 | S/ 79,403.26 | S/ 27,601.96 | S/ 34,068.63 | S/ 79,403.26 | S/ 79,403.26 |
| | 22 | 1 | 45.46 | 53.06 | 100.00 | 100.00 | 41 | 44 | 593.27 | 238.00 | S/ 79,071.03 | S/ 35,944.38 | S/ 41,957.15 | S/ 79,071.03 | S/ 79,071.03 |
| 23 | 1 | 12.35 | 19.89 | 66.43 | 86.01 | 42 | 32 | 719.39 | 244.00 | S/ 119,361.19 | S/ 14,746.50 | S/ 23,745.85 | S/ 79,287.29 | S/ 102,661.39 | |
| 24 | 2 | 9.29 | 16.33 | 57.80 | 75.66 | 28 | 15 | 827.61 | 488.00 | S/ 329,223.26 | S/ 30,599.78 | S/ 53,746.49 | S/ 190,303.33 | S/ 249,087.59 | |
| 14 | 1 | 2 | 9.64 | 16.74 | 58.81 | 76.88 | 21 | 12 | 827.61 | 600.00 | S/ 436,978.08 | S/ 42,133.11 | S/ 73,155.27 | S/ 256,984.48 | S/ 335,957.61 |
| | 2 | 1 | 55.21 | 62.13 | 100.00 | 100.00 | 40 | 41 | 593.27 | 298.57 | S/ 104,508.25 | S/ 57,694.73 | S/ 64,935.58 | S/ 104,508.25 | S/ 104,508.25 |
| | 3 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 39 | 81 | 464.25 | 297.24 | S/ 26,218.80 | S/ 26,218.80 | S/ 26,218.80 | S/ 26,218.80 | S/ 26,218.80 |
| | 4 | 4 | 19.96 | 28.14 | 86.75 | 100.00 | 28 | 23 | 857.52 | 832.00 | S/ 549,361.61 | S/ 109,630.35 | S/ 154,583.87 | S/ 476,570.89 | S/ 549,361.61 |
| | 5 | 2 | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | 21 | 20 | 746.45 | 600.00 | S/ 358,296.00 | S/ 101,059.85 | S/ 130,803.19 | S/ 358,296.00 | S/ 358,296.00 |
| | 6 | 2 | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | 27 | 23 | 746.45 | 600.00 | S/ 344,859.90 | S/ 97,270.10 | S/ 125,898.07 | S/ 344,859.90 | S/ 344,859.90 |
| | 7 | 2 | 15.29 | 23.16 | 74.39 | 95.31 | 25 | 12 | 827.61 | 600.00 | S/ 436,978.08 | S/ 66,816.13 | S/ 101,214.41 | S/ 325,051.75 | S/ 416,477.90 |
| | 8 | 1 | 10.20 | 17.40 | 60.40 | 78.81 | 42 | 24 | 746.45 | 300.00 | S/ 170,190.60 | S/ 17,355.36 | S/ 29,613.22 | S/ 102,796.27 | S/ 134,123.96 |
| | 9 | 2 | 8.36 | 15.19 | 55.05 | 72.29 | 36 | 21 | 827.61 | 600.00 | S/ 392,287.14 | S/ 32,804.60 | S/ 59,594.01 | S/ 215,961.20 | S/ 283,587.41 |
| | 10 | 1 | 7.71 | 14.38 | 53.07 | 69.84 | 39 | 21 | 746.45 | 304.50 | S/ 179,562.28 | S/ 13,846.77 | S/ 25,822.61 | S/ 95,287.32 | S/ 125,404.71 |
| | 11 | 1 | 67.73 | 73.65 | 100.00 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 300.00 | S/ 153,230.07 | S/ 103,784.65 | S/ 112,854.81 | S/ 153,230.07 | S/ 153,230.07 |
| 12 | 2 | 19.96 | 28.14 | 86.75 | 100.00 | 36 | 21 | 827.61 | 161.00 | S/ 105,263.72 | S/ 21,006.38 | S/ 29,619.97 | S/ 91,316.22 | S/ 105,263.72 | |
| 15 | 1 | 1 | 33.68 | 48.90 | 100.00 | 100.00 | 39 | 81 | 464.25 | 250.00 | S/ 22,051.88 | S/ 7,426.90 | S/ 10,783.84 | S/ 22,051.88 | S/ 22,051.88 |
| | 2 | 1 | 15.30 | 24.93 | 73.98 | 97.55 | 40 | 29 | 719.39 | 242.00 | S/ 123,805.59 | S/ 18,912.33 | S/ 30,811.15 | S/ 91,442.08 | S/ 120,575.65 |
| | 3 | 1 | 10.62 | 18.83 | 62.59 | 81.70 | 42 | 32 | 719.39 | 267.50 | S/ 130,857.04 | S/ 13,892.24 | S/ 24,638.04 | S/ 81,905.26 | S/ 106,904.99 |
| | 4 | 2 | 53.19 | 74.77 | 100.00 | 100.00 | 20 | 23 | 746.45 | 397.00 | S/ 237,072.52 | S/ 126,100.26 | S/ 177,264.87 | S/ 237,072.52 | S/ 237,072.52 |
| | 5 | 2 | 5.03 | 11.38 | 46.31 | 60.61 | 25 | 12 | 827.61 | 400.00 | S/ 291,318.72 | S/ 14,654.61 | S/ 33,161.30 | S/ 134,917.79 | S/ 176,571.82 |
| | 6 | 2 | 21.11 | 32.47 | 86.64 | 100.00 | 22 | 20 | 746.45 | 400.00 | S/ 238,864.00 | S/ 50,419.73 | S/ 77,566.90 | S/ 206,943.71 | S/ 238,864.00 |
| | 7 | 1 | 83.65 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 41 | 84 | 464.25 | 275.50 | S/ 20,464.14 | S/ 17,119.07 | S/ 20,464.14 | S/ 20,464.14 | S/ 20,464.14 |
| | 8 | 1 | 38.36 | 55.06 | 100.00 | 100.00 | 42 | 44 | 593.27 | 245.00 | S/ 81,396.64 | S/ 31,219.70 | S/ 44,817.33 | S/ 81,396.64 | S/ 81,396.64 |
| | 9 | 2 | 15.60 | 25.32 | 74.67 | 98.55 | 31 | 26 | 746.45 | 530.00 | S/ 292,757.69 | S/ 45,679.41 | S/ 74,126.60 | S/ 218,611.20 | S/ 288,517.77 |
| | 10 | 1 | 5.62 | 12.20 | 48.36 | 63.19 | 42 | 24 | 746.45 | 300.00 | S/ 170,190.60 | S/ 9,561.82 | S/ 20,767.67 | S/ 82,297.98 | S/ 107,548.17 |
| | 11 | 1 | 64.56 | 90.04 | 100.00 | 100.00 | 43 | 32 | 719.39 | 152.50 | S/ 74,600.74 | S/ 48,162.70 | S/ 67,170.12 | S/ 74,600.74 | S/ 74,600.74 |
| | 12 | 1 | 27.53 | 40.84 | 99.36 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 280.00 | S/ 143,014.73 | S/ 39,366.31 | S/ 58,405.55 | S/ 142,106.43 | S/ 143,014.73 |
| | 13 | 1 | 19.25 | 30.06 | 82.72 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 275.00 | S/ 134,525.93 | S/ 25,894.67 | S/ 40,433.29 | S/ 111,285.43 | S/ 134,525.93 |
| | 14 | 1 | 5.03 | 11.38 | 46.31 | 60.61 | 37 | 21 | 746.45 | 235.50 | S/ 138,873.29 | S/ 6,985.94 | S/ 15,808.18 | S/ 64,316.08 | S/ 84,172.79 |
| | 15 | 1 | 5.81 | 12.46 | 48.98 | 63.98 | 39 | 21 | 746.45 | 270.00 | S/ 159,217.79 | S/ 9,247.05 | S/ 19,840.97 | S/ 77,977.50 | S/ 101,861.19 |
| | 16 | 2 | 14.14 | 23.41 | 71.27 | 93.67 | 23 | 20 | 746.45 | 589.50 | S/ 352,025.82 | S/ 49,762.90 | S/ 82,422.33 | S/ 250,873.48 | S/ 329,744.06 |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Antigüedad en años | Depreciación "P" (%) | Valor Unitario de la Edificación "VUE" por m2 (\$./m2) | Área Total Techada Construida "AT" (m2) | Valor de la Edificación Construida (\$) : VE = AT x VUE x (1 - P/100) | Pérdidas Económicas según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|--|---|---|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| | | | 1 | 1 | 100.00 | 100.00 | | | | | | 100.00 | 100.00 | 46 | 87 |
| 2 | 2 | 26.74 | 35.05 | 100.00 | 100.00 | 26 | 23 | 746.45 | 494.00 | S/ 283,934.65 | S/ 75,923.06 | S/ 99,519.69 | S/ 283,934.65 | S/ 283,934.65 | |
| 3 | 1 | 14.43 | 22.22 | 72.07 | 92.63 | 37 | 29 | 719.39 | 247.00 | S/ 126,159.42 | S/ 18,203.56 | S/ 28,027.87 | S/ 90,924.52 | S/ 116,858.66 | |
| 4 | 2 | 12.35 | 19.89 | 66.43 | 86.01 | 30 | 15 | 827.61 | 513.00 | S/ 360,879.34 | S/ 44,584.91 | S/ 71,793.74 | S/ 239,719.00 | S/ 310,388.80 | |
| 5 | 3 | 20.71 | 28.93 | 88.74 | 100.00 | 25 | 12 | 844.11 | 810.00 | S/ 601,681.61 | S/ 124,635.26 | S/ 174,055.39 | S/ 533,949.08 | S/ 601,681.61 | |
| 6 | 2 | 31.34 | 39.59 | 100.00 | 100.00 | 33 | 26 | 746.45 | 170.00 | S/ 93,903.41 | S/ 29,429.63 | S/ 37,174.37 | S/ 93,903.41 | S/ 93,903.41 | |
| 6A | 2 | 47.75 | 55.20 | 100.00 | 100.00 | 27 | 23 | 746.45 | 430.00 | S/ 247,149.60 | S/ 118,003.61 | S/ 136,435.55 | S/ 247,149.60 | S/ 247,149.60 | |
| 7 | 3 | 37.21 | 45.26 | 100.00 | 100.00 | 21 | 20 | 827.61 | 720.00 | S/ 476,703.36 | S/ 177,394.10 | S/ 215,749.88 | S/ 476,703.36 | S/ 476,703.36 | |
| 8 | 1 | 32.45 | 40.67 | 100.00 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 271.50 | S/ 132,813.78 | S/ 43,095.28 | S/ 54,010.90 | S/ 132,813.78 | S/ 132,813.78 | |
| 9 | 1 | 62.65 | 68.99 | 100.00 | 100.00 | 38 | 29 | 719.39 | 247.00 | S/ 176,159.42 | S/ 79,041.97 | S/ 87,043.17 | S/ 126,159.42 | S/ 126,159.42 | |
| 10 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 48 | 87 | 464.25 | 283.00 | S/ 17,079.76 | S/ 17,079.76 | S/ 17,079.76 | S/ 17,079.76 | S/ 17,079.76 | |
| 11 | 1 | 56.99 | 63.78 | 100.00 | 100.00 | 32 | 38 | 593.27 | 50.40 | S/ 18,538.50 | S/ 10,565.55 | S/ 11,824.73 | S/ 18,538.50 | S/ 18,538.50 | |
| 12 | 1 | 7.27 | 13.82 | 51.68 | 68.12 | 41 | 24 | 746.45 | 264.00 | S/ 149,767.73 | S/ 10,893.01 | S/ 20,703.46 | S/ 77,407.05 | S/ 102,023.40 | |
| 13 | 2 | 14.15 | 21.91 | 71.32 | 91.76 | 31 | 18 | 827.61 | 526.00 | S/ 356,964.75 | S/ 50,518.19 | S/ 78,211.10 | S/ 254,601.34 | S/ 327,545.29 | |
| 14 | 1 | 9.47 | 16.53 | 58.30 | 76.26 | 41 | 24 | 746.45 | 274.50 | S/ 155,724.40 | S/ 14,740.77 | S/ 25,742.59 | S/ 90,789.02 | S/ 118,762.34 | |
| 15 | 2 | 18.86 | 26.99 | 83.87 | 100.00 | 22 | 12 | 827.61 | 568.00 | S/ 413,672.58 | S/ 78,030.50 | S/ 111,660.70 | S/ 346,955.52 | S/ 413,672.58 | |
| 16 | 2 | 10.59 | 17.86 | 61.52 | 80.15 | 27 | 15 | 827.61 | 554.00 | S/ 389,721.55 | S/ 41,276.42 | S/ 69,613.46 | S/ 239,743.54 | S/ 312,372.17 | |
| 17 | 1 | 11.00 | 18.34 | 62.68 | 81.55 | 37 | 21 | 746.45 | 253.50 | S/ 149,487.81 | S/ 16,449.07 | S/ 27,420.56 | S/ 93,694.28 | S/ 121,900.19 | |
| 18 | 1 | 7.18 | 13.70 | 51.37 | 67.73 | 41 | 24 | 746.45 | 282.00 | S/ 159,979.16 | S/ 11,478.98 | S/ 21,913.10 | S/ 82,179.13 | S/ 108,348.36 | |
| 1 | 2 | 9.64 | 16.74 | 58.81 | 76.88 | 22 | 12 | 827.61 | 529.00 | S/ 385,269.01 | S/ 37,147.36 | S/ 64,498.56 | S/ 226,574.65 | S/ 296,202.63 | |
| 2 | 3 | 29.74 | 38.02 | 100.00 | 100.00 | 22 | 12 | 844.11 | 774.00 | S/ 574,940.20 | S/ 170,978.24 | S/ 218,585.97 | S/ 574,940.20 | S/ 574,940.20 | |
| 3 | 2 | 75.43 | 80.69 | 100.00 | 100.00 | 31 | 38 | 719.39 | 512.00 | S/ 228,363.16 | S/ 172,264.35 | S/ 184,262.40 | S/ 228,363.16 | S/ 228,363.16 | |
| 4 | 2 | 49.32 | 56.68 | 100.00 | 100.00 | 32 | 38 | 719.39 | 487.00 | S/ 217,212.62 | S/ 107,139.24 | S/ 123,108.53 | S/ 217,212.62 | S/ 217,212.62 | |
| 5 | 2 | 76.59 | 81.75 | 100.00 | 100.00 | 31 | 38 | 719.39 | 500.00 | S/ 223,010.90 | S/ 170,813.27 | S/ 182,302.52 | S/ 223,010.90 | S/ 223,010.90 | |
| 6 | 2 | 12.84 | 20.45 | 67.77 | 87.59 | 25 | 12 | 827.61 | 464.00 | S/ 337,929.72 | S/ 43,401.65 | S/ 69,007.85 | S/ 229,005.47 | S/ 295,999.54 | |
| 7 | 1 | 75.43 | 80.69 | 100.00 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 230.00 | S/ 117,476.39 | S/ 88,617.59 | S/ 94,789.73 | S/ 117,476.39 | S/ 117,476.39 | |
| 8 | 2 | 12.12 | 19.62 | 65.77 | 85.24 | 23 | 12 | 827.61 | 560.00 | S/ 407,846.21 | S/ 49,420.28 | S/ 80,036.79 | S/ 268,253.35 | S/ 347,629.12 | |
| 9 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 41 | 84 | 464.25 | 272.00 | S/ 20,204.16 | S/ 20,204.16 | S/ 20,204.16 | S/ 20,204.16 | S/ 20,204.16 | |
| 10 | 1 | 8.65 | 15.55 | 55.92 | 73.36 | 39 | 21 | 746.45 | 230.00 | S/ 135,629.97 | S/ 11,738.52 | S/ 21,090.65 | S/ 75,850.68 | S/ 99,502.02 | |
| 10A | 1 | 58.83 | 65.48 | 100.00 | 100.00 | 38 | 41 | 593.27 | 70.00 | S/ 24,502.05 | S/ 14,414.13 | S/ 16,043.30 | S/ 24,502.05 | S/ 24,502.05 | |
| 11 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 38 | 81 | 464.25 | 240.00 | S/ 21,169.80 | S/ 21,169.80 | S/ 21,169.80 | S/ 21,169.80 | S/ 21,169.80 | |
| 12 | 2 | 19.22 | 27.37 | 84.82 | 100.00 | 25 | 12 | 827.61 | 474.00 | S/ 345,212.68 | S/ 66,354.53 | S/ 94,483.51 | S/ 292,798.17 | S/ 345,212.68 | |
| 13 | 2 | 9.82 | 16.96 | 59.33 | 77.51 | 21 | 12 | 827.61 | 530.00 | S/ 385,997.30 | S/ 37,914.70 | S/ 65,450.30 | S/ 229,007.78 | S/ 299,193.74 | |
| 14 | 2 | 10.59 | 17.86 | 61.52 | 80.15 | 24 | 12 | 827.61 | 536.00 | S/ 390,367.08 | S/ 41,344.79 | S/ 69,728.76 | S/ 240,140.65 | S/ 312,889.59 | |
| 15 | 3 | 18.86 | 26.99 | 83.87 | 100.00 | 24 | 12 | 844.11 | 795.00 | S/ 590,539.36 | S/ 111,392.65 | S/ 159,401.52 | S/ 495,297.24 | S/ 590,539.36 | |
| 16 | 1 | 9.82 | 16.96 | 59.33 | 77.51 | 37 | 21 | 746.45 | 239.00 | S/ 140,937.22 | S/ 13,843.60 | S/ 23,897.53 | S/ 83,616.44 | S/ 109,243.08 | |
| 17 | 2 | 28.71 | 37.00 | 100.00 | 100.00 | 23 | 20 | 746.45 | 492.00 | S/ 293,802.72 | S/ 84,348.05 | S/ 108,721.01 | S/ 293,802.72 | S/ 293,802.72 | |
| 18 | 1 | 50.13 | 57.43 | 100.00 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 76.50 | S/ 39,073.67 | S/ 19,587.83 | S/ 22,438.83 | S/ 39,073.67 | S/ 39,073.67 | |
| 18A | 2 | 61.68 | 68.10 | 100.00 | 100.00 | 29 | 23 | 746.45 | 297.00 | S/ 170,705.65 | S/ 105,286.06 | S/ 116,247.89 | S/ 170,705.65 | S/ 170,705.65 | |
| 1 | 2 | 16.20 | 24.15 | 76.81 | 98.10 | 30 | 15 | 827.61 | 362.40 | S/ 254,936.98 | S/ 41,297.76 | S/ 61,567.63 | S/ 195,828.49 | S/ 250,093.65 | |
| 2 | 2 | 12.60 | 20.17 | 67.09 | 86.79 | 27 | 15 | 827.61 | 355.10 | S/ 249,801.66 | S/ 31,466.31 | S/ 50,381.23 | S/ 167,594.46 | S/ 216,814.32 | |
| 3 | 1 | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | 43 | 44 | 593.27 | 149.10 | S/ 49,535.67 | S/ 7,721.67 | S/ 11,634.42 | S/ 37,242.38 | S/ 47,666.58 | |
| 4 | 1 | 70.95 | 76.59 | 100.00 | 100.00 | 49 | 47 | 593.27 | 164.62 | S/ 51,761.98 | S/ 36,722.70 | S/ 39,644.48 | S/ 51,761.98 | S/ 51,761.98 | |
| 5 | 2 | 30.80 | 39.06 | 100.00 | 100.00 | 41 | 32 | 746.45 | 264.80 | S/ 134,408.77 | S/ 41,395.92 | S/ 52,497.94 | S/ 134,408.77 | S/ 134,408.77 | |
| 6 | 2 | 40.48 | 48.37 | 100.00 | 100.00 | 41 | 44 | 719.39 | 260.10 | S/ 104,783.47 | S/ 42,415.93 | S/ 50,682.77 | S/ 104,783.47 | S/ 104,783.47 | |
| 7 | 2 | 10.59 | 17.86 | 61.52 | 80.15 | 35 | 18 | 827.61 | 500.00 | S/ 339,320.10 | S/ 35,938.27 | S/ 60,610.57 | S/ 208,738.27 | S/ 271,974.07 | |
| 8 | 2 | 83.88 | 88.38 | 100.00 | 100.00 | 36 | 21 | 827.61 | 416.00 | S/ 271,985.75 | S/ 228,143.51 | S/ 240,390.55 | S/ 271,985.75 | S/ 271,985.75 | |
| 9 | 1 | 94.52 | 98.06 | 100.00 | 100.00 | 33 | 38 | 593.27 | 167.65 | S/ 61,666.26 | S/ 58,287.43 | S/ 60,470.49 | S/ 61,666.26 | S/ 61,666.26 | |
| 10 | 2 | 50.95 | 58.19 | 100.00 | 100.00 | 39 | 29 | 746.45 | 416.00 | S/ 220,471.47 | S/ 112,324.96 | S/ 128,285.70 | S/ 220,471.47 | S/ 220,471.47 | |
| 11 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 36 | 41 | 593.27 | 170.33 | S/ 59,620.49 | S/ 59,620.49 | S/ 59,620.49 | S/ 59,620.49 | S/ 59,620.49 | |
| 12 | 1 | 39.81 | 47.73 | 100.00 | 100.00 | 37 | 29 | 719.39 | 183.40 | S/ 93,674.65 | S/ 37,289.58 | S/ 44,712.23 | S/ 93,674.65 | S/ 93,674.65 | |
| 13 | 1 | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | 39 | 29 | 719.39 | 200.00 | S/ 102,153.38 | S/ 28,813.06 | S/ 37,293.16 | S/ 102,153.38 | S/ 102,153.38 | |
| 14 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 47 | 87 | 464.25 | 120.00 | S/ 7,242.30 | S/ 7,242.30 | S/ 7,242.30 | S/ 7,242.30 | S/ 7,242.30 | |
| 15 | 2 | 83.88 | 88.38 | 100.00 | 100.00 | 34 | 26 | 746.45 | 371.10 | S/ 204,985.62 | S/ 171,943.34 | S/ 181,173.48 | S/ 204,985.62 | S/ 204,985.62 | |
| 15A | 2 | 83.88 | 88.38 | 100.00 | 100.00 | 31 | 26 | 746.45 | 400.00 | S/ 220,949.20 | S/ 185,333.70 | S/ 195,282.66 | S/ 220,949.20 | S/ 220,949.20 | |
| 16 | 1 | 19.59 | 27.75 | 85.78 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 210.00 | S/ 102,728.89 | S/ 20,120.16 | S/ 28,509.05 | S/ 88,116.73 | S/ 102,728.89 | |
| 17 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 41 | 84 | 464.25 | 300.00 | S/ 22,284.00 | S/ 22,284.00 | S/ 22,284.00 | S/ 22,284.00 | S/ 22,284.00 | |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Antigüedad en años | Depreciación "P" (%) | Valor Unitario de la Edificación "VUE" por m2 (S/. /m2) | Area Total Techada Construida "AT" (m2) | Valor de la Edificación Construida (S/): VE = AT x VUE x (1 - P/100) | Pérdidas Económicas según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|---|---|--|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 19 | 1 | 1 | 12.12 | 19.62 | 65.77 | 85.24 | 36 | 29 | 719.39 | 255.00 | S/ 130,245.56 | S/ 15,782.35 | S/ 25,559.73 | S/ 85,666.62 | S/ 111,015.25 |
| | 2 | 2 | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | 34 | 38 | 719.39 | 240.00 | S/ 107,045.23 | S/ 31,278.58 | S/ 40,151.28 | S/ 107,045.23 | S/ 107,045.23 |
| | 3 | 1 | 7.96 | 14.69 | 53.83 | 70.78 | 33 | 18 | 746.45 | 202.00 | S/ 123,641.98 | S/ 9,839.51 | S/ 18,163.16 | S/ 66,552.24 | S/ 87,513.81 |
| | 4 | 1 | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | 39 | 41 | 593.27 | 200.34 | S/ 70,124.87 | S/ 20,490.46 | S/ 26,302.93 | S/ 70,124.87 | S/ 70,124.87 |
| | 5 | 2 | 12.35 | 19.89 | 66.43 | 86.01 | 23 | 12 | 827.61 | 402.40 | S/ 293,066.63 | S/ 36,206.98 | S/ 58,303.00 | S/ 194,673.49 | S/ 252,063.75 |
| | 6 | 1 | 22.72 | 30.99 | 94.00 | 100.00 | 34 | 26 | 719.39 | 140.55 | S/ 74,821.60 | S/ 16,998.64 | S/ 23,188.73 | S/ 70,330.25 | S/ 74,821.60 |
| | 7 | 1 | 90.40 | 94.32 | 100.00 | 100.00 | 42 | 44 | 593.27 | 245.00 | S/ 81,396.64 | S/ 73,584.10 | S/ 76,770.03 | S/ 81,396.64 | S/ 81,396.64 |
| | 8 | 2 | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | 36 | 29 | 746.45 | 284.50 | S/ 150,779.17 | S/ 23,503.60 | S/ 35,413.45 | S/ 113,360.22 | S/ 145,089.93 |
| | 9 | 2 | 46.21 | 53.77 | 100.00 | 100.00 | 34 | 26 | 746.45 | 350.00 | S/ 193,330.55 | S/ 89,338.53 | S/ 103,948.69 | S/ 193,330.55 | S/ 193,330.55 |
| | 10 | 1 | 30.26 | 38.54 | 100.00 | 100.00 | 39 | 29 | 719.39 | 201.25 | S/ 102,791.84 | S/ 31,109.53 | S/ 39,611.30 | S/ 102,791.84 | S/ 102,791.84 |
| | 11 | 2 | 8.09 | 14.85 | 54.22 | 71.27 | 24 | 12 | 827.61 | 407.50 | S/ 296,780.95 | S/ 24,004.43 | S/ 44,078.72 | S/ 160,925.63 | S/ 211,517.18 |
| | 12 | 2 | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | 42 | 44 | 719.39 | 256.00 | S/ 103,131.75 | S/ 30,135.06 | S/ 38,683.38 | S/ 103,131.75 | S/ 103,131.75 |
| | 13 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 48 | 87 | 464.25 | 187.50 | S/ 11,316.09 | S/ 11,316.09 | S/ 11,316.09 | S/ 11,316.09 | S/ 11,316.09 |
| | 14 | 1 | 14.43 | 22.22 | 72.07 | 92.63 | 40 | 29 | 719.39 | 225.00 | S/ 114,922.55 | S/ 16,582.19 | S/ 25,531.46 | S/ 82,825.98 | S/ 106,450.19 |
| | 15 | 2 | 13.61 | 21.31 | 69.87 | 90.06 | 35 | 26 | 746.45 | 400.00 | S/ 220,949.20 | S/ 30,079.24 | S/ 47,087.24 | S/ 154,367.73 | S/ 198,977.90 |
| | 16 | 2 | 37.85 | 45.87 | 100.00 | 100.00 | 31 | 38 | 719.39 | 473.56 | S/ 211,218.08 | S/ 79,941.03 | S/ 96,876.06 | S/ 211,218.08 | S/ 211,218.08 |
| | 17 | 1 | 97.36 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 39 | 41 | 593.27 | 185.00 | S/ 64,755.42 | S/ 63,043.12 | S/ 64,755.42 | S/ 64,755.42 | S/ 64,755.42 |
| | 18 | 1 | 21.50 | 29.74 | 90.80 | 100.00 | 44 | 32 | 719.39 | 154.00 | S/ 75,334.52 | S/ 16,195.01 | S/ 22,402.98 | S/ 68,401.48 | S/ 75,334.52 |
| | 19 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 41 | 84 | 464.25 | 170.00 | S/ 12,627.60 | S/ 12,627.60 | S/ 12,627.60 | S/ 12,627.60 | S/ 12,627.60 |
| | 20 | 1 | 15.89 | 23.82 | 75.99 | 97.16 | 35 | 18 | 746.45 | 210.00 | S/ 128,538.69 | S/ 20,426.06 | S/ 30,613.05 | S/ 97,679.50 | S/ 124,884.67 |
| 21 | 1 | 9.13 | 16.12 | 57.32 | 75.07 | 31 | 18 | 746.45 | 265.00 | S/ 162,203.59 | S/ 14,805.51 | S/ 26,154.24 | S/ 92,970.87 | S/ 121,760.23 | |
| 20 | 1 | 1 | 20.71 | 28.93 | 88.74 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 250.00 | S/ 122,296.30 | S/ 25,333.05 | S/ 35,378.06 | S/ 108,529.16 | S/ 122,296.30 |
| | 2 | 1 | 95.93 | 99.34 | 100.00 | 100.00 | 39 | 41 | 593.27 | 187.00 | S/ 65,455.48 | S/ 65,024.29 | S/ 65,455.48 | S/ 65,455.48 | S/ 65,455.48 |
| | 3 | 1 | 9.13 | 16.12 | 57.32 | 75.07 | 31 | 18 | 746.45 | 200.00 | S/ 122,417.80 | S/ 11,173.97 | S/ 19,739.05 | S/ 70,166.70 | S/ 91,894.51 |
| | 4 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 49 | 87 | 464.25 | 200.00 | S/ 12,070.50 | S/ 12,070.50 | S/ 12,070.50 | S/ 12,070.50 | S/ 12,070.50 |
| | 5 | 1 | 19.59 | 27.75 | 85.78 | 100.00 | 39 | 29 | 719.39 | 200.00 | S/ 102,153.38 | S/ 20,007.45 | S/ 28,349.34 | S/ 87,623.07 | S/ 102,153.38 |
| | 6 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 49 | 87 | 464.25 | 182.30 | S/ 11,002.26 | S/ 11,002.26 | S/ 11,002.26 | S/ 11,002.26 | S/ 11,002.26 |
| | 7 | 1 | 32.45 | 40.67 | 100.00 | 100.00 | 38 | 29 | 719.39 | 250.00 | S/ 127,691.73 | S/ 41,433.28 | S/ 51,927.93 | S/ 127,691.73 | S/ 127,691.73 |
| | 8 | 2 | 10.59 | 17.86 | 61.52 | 80.15 | 25 | 12 | 827.61 | 255.60 | S/ 186,152.66 | S/ 19,715.91 | S/ 33,251.25 | S/ 114,514.83 | S/ 149,206.30 |
| | 9 | 1 | 74.29 | 79.64 | 100.00 | 100.00 | 33 | 26 | 719.39 | 150.50 | S/ 80,118.46 | S/ 59,519.84 | S/ 63,809.58 | S/ 80,118.46 | S/ 80,118.46 |
| | 10 | 1 | 10.39 | 17.63 | 60.95 | 79.47 | 36 | 29 | 719.39 | 125.00 | S/ 63,845.86 | S/ 6,634.93 | S/ 11,255.32 | S/ 38,916.05 | S/ 50,741.08 |
| | 11 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 39 | 81 | 464.25 | 155.00 | S/ 13,672.16 | S/ 13,672.16 | S/ 13,672.16 | S/ 13,672.16 | S/ 13,672.16 |
| | 12 | 2 | 24.88 | 33.19 | 99.66 | 100.00 | 33 | 26 | 746.45 | 400.00 | S/ 220,949.20 | S/ 54,982.35 | S/ 73,333.54 | S/ 220,207.52 | S/ 220,949.20 |
| | 13 | 2 | 19.59 | 27.75 | 85.78 | 100.00 | 33 | 18 | 827.61 | 500.00 | S/ 339,320.10 | S/ 66,458.19 | S/ 94,167.22 | S/ 291,055.18 | S/ 339,320.10 |
| | 14 | 1 | 28.21 | 36.51 | 100.00 | 100.00 | 36 | 29 | 719.39 | 200.00 | S/ 102,153.38 | S/ 26,813.06 | S/ 37,293.16 | S/ 102,153.38 | S/ 102,153.38 |
| | 15 | 2 | 8.81 | 15.74 | 56.38 | 73.92 | 22 | 12 | 827.61 | 400.00 | S/ 291,318.72 | S/ 25,658.99 | S/ 45,844.11 | S/ 164,239.28 | S/ 215,337.13 |
| | 16 | 1 | 21.10 | 29.33 | 89.76 | 100.00 | 31 | 26 | 719.39 | 155.00 | S/ 82,514.03 | S/ 17,412.84 | S/ 24,201.77 | S/ 74,066.34 | S/ 82,514.03 |
| | 17 | 2 | 15.29 | 23.16 | 74.39 | 95.31 | 21 | 12 | 827.61 | 400.00 | S/ 291,318.72 | S/ 44,544.09 | S/ 67,476.27 | S/ 216,701.17 | S/ 277,651.93 |
| | 18 | 2 | 8.36 | 15.19 | 55.05 | 72.29 | 27 | 15 | 827.61 | 450.00 | S/ 316,560.83 | S/ 26,472.07 | S/ 48,090.11 | S/ 174,272.48 | S/ 228,844.27 |
| | 19 | 1 | 80.17 | 85.00 | 100.00 | 100.00 | 37 | 81 | 464.25 | 140.58 | S/ 12,400.21 | S/ 9,940.76 | S/ 10,540.34 | S/ 12,400.21 | S/ 12,400.21 |
| | 20 | 1 | 16.83 | 24.83 | 78.50 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 200.00 | S/ 97,837.04 | S/ 16,467.77 | S/ 24,294.97 | S/ 76,800.00 | S/ 97,837.04 |
| | 21 | 1 | 16.83 | 24.83 | 78.50 | 100.00 | 34 | 26 | 719.39 | 200.00 | S/ 106,469.72 | S/ 17,920.81 | S/ 26,438.64 | S/ 83,576.47 | S/ 106,469.72 |
| | 22 | 1 | 55.21 | 62.13 | 100.00 | 100.00 | 38 | 41 | 593.27 | 200.00 | S/ 70,005.86 | S/ 38,647.37 | S/ 43,497.73 | S/ 70,005.86 | S/ 70,005.86 |
| | 23 | 2 | 16.83 | 24.83 | 78.50 | 100.00 | 34 | 38 | 719.39 | 194.40 | S/ 86,706.64 | S/ 14,594.32 | S/ 21,531.06 | S/ 68,062.87 | S/ 86,706.64 |
| | 24 | 2 | 19.59 | 27.75 | 85.78 | 100.00 | 32 | 18 | 827.61 | 330.00 | S/ 223,951.27 | S/ 43,862.40 | S/ 62,150.36 | S/ 192,096.42 | S/ 223,951.27 |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Antigüedad en años | Depreciación "P" (%) | Valor Unitario de la Edificación "VUE" por m ² (S/. /m ²) | Área Total Techada Construida "AT" (m ²) | Valor de la Edificación Construida (S/): VE = AT x VUE x (1 - P/100) | Pérdidas Económicas según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|--|--|--|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| | 1 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 52 | 90 | 464.25 | 150.00 | S/ 6,963.75 | S/ 6,963.75 | S/ 6,963.75 | S/ 6,963.75 | S/ 6,963.75 |
| | 1A | 2 | 30.26 | 38.54 | 100.00 | 100.00 | 24 | 20 | 746.45 | 200.00 | S/ 119,432.00 | S/ 36,145.61 | S/ 46,023.66 | S/ 119,432.00 | S/ 119,432.00 |
| | 2 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 52 | 90 | 464.25 | 200.00 | S/ 9,285.00 | S/ 9,285.00 | S/ 9,285.00 | S/ 9,285.00 | S/ 9,285.00 |
| | 3 | 2 | 56.99 | 63.78 | 100.00 | 100.00 | 32 | 38 | 719.39 | 330.00 | S/ 147,187.19 | S/ 83,885.59 | S/ 93,882.90 | S/ 147,187.19 | S/ 147,187.19 |
| | 4 | 2 | 50.13 | 57.43 | 100.00 | 100.00 | 28 | 35 | 719.39 | 275.40 | S/ 128,778.00 | S/ 64,557.07 | S/ 73,953.32 | S/ 128,778.00 | S/ 128,778.00 |
| | 5 | 2 | 14.43 | 22.22 | 72.07 | 92.63 | 24 | 12 | 827.61 | 300.00 | S/ 218,489.04 | S/ 31,525.81 | S/ 48,540.02 | S/ 157,467.51 | S/ 202,381.52 |
| | 6 | 1 | 16.83 | 24.83 | 78.50 | 100.00 | 33 | 26 | 719.39 | 145.00 | S/ 77,190.55 | S/ 12,992.59 | S/ 19,168.01 | S/ 60,592.94 | S/ 77,190.55 |
| | 7 | 1 | 33.01 | 41.22 | 100.00 | 100.00 | 31 | 26 | 719.39 | 250.00 | S/ 133,087.15 | S/ 43,937.22 | S/ 54,853.33 | S/ 133,087.15 | S/ 133,087.15 |
| | 8 | 1 | 37.21 | 45.26 | 100.00 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 155.50 | S/ 76,068.30 | S/ 28,307.05 | S/ 34,427.55 | S/ 76,068.30 | S/ 76,068.30 |
| | 9 | 1 | 85.15 | 89.54 | 100.00 | 100.00 | 41 | 44 | 593.27 | 150.00 | S/ 49,834.68 | S/ 42,434.94 | S/ 44,621.96 | S/ 49,834.68 | S/ 49,834.68 |
| | 10 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 52 | 90 | 464.25 | 90.00 | S/ 4,178.25 | S/ 4,178.25 | S/ 4,178.25 | S/ 4,178.25 | S/ 4,178.25 |
| | 11 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 52 | 90 | 464.25 | 90.00 | S/ 4,178.25 | S/ 4,178.25 | S/ 4,178.25 | S/ 4,178.25 | S/ 4,178.25 |
| | 12 | 1 | 11.43 | 18.84 | 63.88 | 82.99 | 41 | 32 | 719.39 | 142.65 | S/ 69,782.27 | S/ 7,979.49 | S/ 13,148.30 | S/ 44,578.08 | S/ 57,909.23 |
| | 13 | 3 | 12.12 | 19.62 | 65.77 | 85.24 | 29 | 15 | 844.11 | 750.00 | S/ 538,120.13 | S/ 65,206.07 | S/ 105,602.08 | S/ 353,938.62 | S/ 458,668.55 |
| | 14 | 2 | 9.29 | 16.33 | 57.80 | 75.66 | 29 | 15 | 827.61 | 385.00 | S/ 270,835.37 | S/ 25,172.90 | S/ 44,214.53 | S/ 156,552.95 | S/ 204,911.80 |
| | 15 | 2 | 41.85 | 49.67 | 100.00 | 100.00 | 31 | 38 | 719.39 | 400.00 | S/ 178,408.72 | S/ 74,668.50 | S/ 88,612.81 | S/ 178,408.72 | S/ 178,408.72 |
| | 16 | 1 | 80.17 | 85.00 | 100.00 | 100.00 | 37 | 41 | 593.27 | 140.55 | S/ 49,196.62 | S/ 39,438.99 | S/ 41,817.75 | S/ 49,196.62 | S/ 49,196.62 |
| | 17 | 2 | 13.88 | 21.61 | 70.59 | 90.90 | 22 | 12 | 827.61 | 360.00 | S/ 262,186.85 | S/ 36,392.51 | S/ 56,854.40 | S/ 185,074.66 | S/ 238,330.95 |
| | 18 | 1 | 34.76 | 42.91 | 100.00 | 100.00 | 41 | 32 | 719.39 | 198.75 | S/ 97,225.56 | S/ 33,797.31 | S/ 41,715.44 | S/ 97,225.56 | S/ 97,225.56 |
| | 19 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 41 | 84 | 464.25 | 250.00 | S/ 18,570.00 | S/ 18,570.00 | S/ 18,570.00 | S/ 18,570.00 | S/ 18,570.00 |
| | 20 | 1 | 18.16 | 26.25 | 82.03 | 100.00 | 46 | 47 | 593.27 | 100.00 | S/ 31,443.31 | S/ 5,711.13 | S/ 8,254.82 | S/ 25,791.47 | S/ 31,443.31 |
| | 20A | 1 | 16.83 | 24.83 | 78.50 | 100.00 | 41 | 44 | 593.27 | 100.00 | S/ 33,223.12 | S/ 5,592.06 | S/ 8,249.99 | S/ 26,079.44 | S/ 33,223.12 |
| | 21 | 2 | 22.72 | 30.99 | 94.00 | 100.00 | 31 | 26 | 746.45 | 260.00 | S/ 143,616.98 | S/ 32,628.19 | S/ 44,509.82 | S/ 134,996.03 | S/ 143,616.98 |
| | 22 | 2 | 34.76 | 42.91 | 100.00 | 100.00 | 35 | 26 | 746.45 | 545.00 | S/ 301,043.29 | S/ 104,647.91 | S/ 129,165.14 | S/ 301,043.29 | S/ 301,043.29 |
| | 23 | 1 | 13.61 | 21.31 | 69.87 | 90.06 | 41 | 32 | 719.39 | 197.50 | S/ 96,614.08 | S/ 13,152.70 | S/ 20,589.76 | S/ 67,500.11 | S/ 87,006.72 |
| | 24 | 2 | 44.72 | 52.37 | 100.00 | 100.00 | 25 | 20 | 746.45 | 300.00 | S/ 179,148.00 | S/ 80,109.33 | S/ 93,813.84 | S/ 179,148.00 | S/ 179,148.00 |
| | 1 | 2 | 18.16 | 26.25 | 82.03 | 100.00 | 38 | 29 | 746.45 | 500.00 | S/ 264,989.75 | S/ 48,130.74 | S/ 69,567.85 | S/ 217,358.65 | S/ 264,989.75 |
| | 2 | 1 | 89.06 | 93.10 | 100.00 | 100.00 | 41 | 32 | 719.39 | 200.00 | S/ 97,837.04 | S/ 87,137.37 | S/ 91,085.38 | S/ 97,837.04 | S/ 97,837.04 |
| | 3 | 2 | 7.59 | 14.23 | 52.70 | 69.39 | 31 | 18 | 827.61 | 400.00 | S/ 271,456.08 | S/ 20,616.98 | S/ 38,638.63 | S/ 143,067.09 | S/ 188,360.47 |
| | 4 | 2 | 10.01 | 17.18 | 59.86 | 78.15 | 37 | 21 | 827.61 | 400.00 | S/ 261,524.76 | S/ 26,172.75 | S/ 44,918.92 | S/ 156,546.77 | S/ 204,391.83 |
| | 5 | 2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 48 | 47 | 719.39 | 400.00 | S/ 152,510.68 | S/ 152,510.68 | S/ 152,510.68 | S/ 152,510.68 | S/ 152,510.68 |
| | 6 | 1 | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | 47 | 35 | 719.39 | 155.00 | S/ 72,478.54 | S/ 11,298.02 | S/ 17,023.01 | S/ 54,491.50 | S/ 69,743.76 |
| | 7 | 1 | 14.43 | 22.22 | 72.07 | 92.63 | 42 | 32 | 719.39 | 200.00 | S/ 97,837.04 | S/ 14,116.92 | S/ 21,735.70 | S/ 70,512.26 | S/ 90,624.27 |
| | 8 | 2 | 24.44 | 32.74 | 98.50 | 100.00 | 43 | 32 | 746.45 | 400.00 | S/ 203,034.40 | S/ 49,617.80 | S/ 66,472.48 | S/ 199,981.57 | S/ 203,034.40 |
| | 9 | 2 | 11.22 | 18.59 | 63.27 | 82.26 | 28 | 15 | 827.61 | 330.00 | S/ 232,144.61 | S/ 26,039.34 | S/ 43,156.08 | S/ 146,886.44 | S/ 190,960.89 |
| | 10 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 46 | 47 | 593.27 | 142.70 | S/ 44,869.60 | S/ 44,869.60 | S/ 44,869.60 | S/ 44,869.60 | S/ 44,869.60 |
| | 11 | 2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 34 | 78 | 668.08 | 128.00 | S/ 18,813.13 | S/ 18,813.13 | S/ 18,813.13 | S/ 18,813.13 | S/ 18,813.13 |
| | 12 | 1 | 19.59 | 27.75 | 85.78 | 100.00 | 43 | 32 | 719.39 | 185.30 | S/ 90,646.02 | S/ 17,753.65 | S/ 25,155.84 | S/ 77,752.52 | S/ 90,646.02 |
| | 13 | 1 | 51.78 | 58.96 | 100.00 | 100.00 | 48 | 47 | 593.27 | 250.00 | S/ 78,608.28 | S/ 40,700.27 | S/ 46,344.79 | S/ 78,608.28 | S/ 78,608.28 |
| | 14 | 2 | 11.43 | 18.84 | 63.88 | 82.99 | 44 | 24 | 827.61 | 405.00 | S/ 254,738.36 | S/ 29,128.91 | S/ 47,997.51 | S/ 162,731.12 | S/ 211,396.13 |
| | 15 | 2 | 11.43 | 18.84 | 63.88 | 82.99 | 43 | 24 | 827.61 | 395.00 | S/ 248,448.52 | S/ 28,409.68 | S/ 46,812.39 | S/ 158,713.06 | S/ 206,176.48 |
| | 16 | 2 | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | 40 | 29 | 746.45 | 400.00 | S/ 211,991.80 | S/ 33,045.49 | S/ 49,790.43 | S/ 159,381.68 | S/ 203,992.87 |
| | 17 | 2 | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | 38 | 21 | 827.61 | 400.00 | S/ 261,524.76 | S/ 40,766.73 | S/ 61,424.22 | S/ 196,622.02 | S/ 251,656.84 |
| | 18 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 51 | 90 | 464.25 | 200.00 | S/ 9,285.00 | S/ 9,285.00 | S/ 9,285.00 | S/ 9,285.00 | S/ 9,285.00 |
| | 19 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 50 | 87 | 464.25 | 250.00 | S/ 15,088.13 | S/ 15,088.13 | S/ 15,088.13 | S/ 15,088.13 | S/ 15,088.13 |
| | 20 | 2 | 61.68 | 68.10 | 100.00 | 100.00 | 41 | 44 | 719.39 | 400.00 | S/ 161,143.36 | S/ 99,388.33 | S/ 109,736.12 | S/ 161,143.36 | S/ 161,143.36 |
| | 21 | 2 | 13.35 | 21.02 | 69.15 | 89.22 | 30 | 15 | 827.61 | 400.00 | S/ 281,387.40 | S/ 37,570.64 | S/ 59,144.32 | S/ 194,591.92 | S/ 251,061.44 |
| | 22 | 2 | 11.43 | 18.84 | 63.88 | 82.99 | 29 | 15 | 827.61 | 400.00 | S/ 281,387.40 | S/ 32,176.19 | S/ 53,018.69 | S/ 179,754.97 | S/ 233,511.00 |
| | 23 | 2 | 14.43 | 22.22 | 72.07 | 92.63 | 36 | 21 | 827.61 | 400.00 | S/ 261,524.76 | S/ 37,735.44 | S/ 58,100.94 | S/ 188,483.84 | S/ 242,244.54 |
| | 24 | 2 | 8.22 | 15.02 | 54.63 | 71.77 | 32 | 18 | 827.61 | 400.00 | S/ 271,456.08 | S/ 22,321.95 | S/ 40,771.04 | S/ 148,302.26 | S/ 194,835.14 |

21

22

| Manzana | Lote | Número de Pisos | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Antigüedad en años | Depreciación "P" (%) | Valor Unitario de la Edificación "VUE" por m ² (S/. /m ²) | Área Total Techada Construida "AT" (m ²) | Valor de la Edificación Construida (S/): VE = AT x VUE x (1 - P/100) | Pérdidas Económicas según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|--|--|--|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| | | | 23 | 1 | 2 | 36.54 | | | | | | 52.67 | 100.00 | 100.00 | 36 |
| | 2 | 2 | 12.02 | 20.66 | 66.15 | 86.53 | 33 | 18 | 827.61 | 400.00 | S/ 271,456.08 | S/ 56,087.82 | S/ 179,564.53 | S/ 234,896.23 | S/ 234,896.23 |
| | 3 | 1 | 36.54 | 52.67 | 100.00 | 100.00 | 41 | 32 | 719.39 | 200.00 | S/ 97,837.04 | S/ 35,753.81 | S/ 51,533.03 | S/ 97,837.04 | S/ 97,837.04 |
| | 4 | 2 | 11.30 | 19.72 | 64.34 | 84.06 | 27 | 15 | 827.61 | 400.00 | S/ 281,387.40 | S/ 31,796.66 | S/ 55,492.15 | S/ 181,042.33 | S/ 236,533.27 |
| | 5 | 1 | 7.00 | 14.07 | 52.66 | 68.67 | 41 | 32 | 719.39 | 155.56 | S/ 76,097.65 | S/ 10,707.17 | S/ 40,072.98 | S/ 52,254.70 | S/ 52,254.70 |
| | 6 | 1 | 17.85 | 28.24 | 79.71 | 100.00 | 42 | 44 | 593.27 | 143.42 | S/ 47,648.60 | S/ 8,507.33 | S/ 13,458.03 | S/ 37,979.95 | S/ 47,648.60 |
| | 7 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 50 | 87 | 464.25 | 165.00 | S/ 9,958.16 | S/ 9,958.16 | S/ 9,958.16 | S/ 9,958.16 | S/ 9,958.16 |
| | 8 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 49 | 87 | 464.25 | 180.00 | S/ 10,863.45 | S/ 10,863.45 | S/ 10,863.45 | S/ 10,863.45 | S/ 10,863.45 |
| | 9 | 1 | 6.73 | 13.71 | 51.85 | 67.63 | 40 | 29 | 719.39 | 150.00 | S/ 76,615.04 | S/ 5,157.44 | S/ 10,501.75 | S/ 39,723.39 | S/ 51,813.89 |
| | 10 | 1 | 29.47 | 43.38 | 100.00 | 100.00 | 42 | 44 | 593.27 | 200.00 | S/ 66,446.24 | S/ 19,581.23 | S/ 28,824.64 | S/ 66,446.24 | S/ 66,446.24 |
| | 11 | 1 | 16.86 | 26.95 | 77.51 | 100.00 | 42 | 44 | 593.27 | 240.00 | S/ 79,735.49 | S/ 13,443.91 | S/ 21,491.58 | S/ 61,805.15 | S/ 79,735.49 |
| | 12 | 2 | 15.60 | 25.32 | 74.67 | 98.55 | 28 | 23 | 746.45 | 480.00 | S/ 275,887.92 | S/ 47,047.19 | S/ 69,855.16 | S/ 206,014.02 | S/ 271,892.32 |
| | 13 | 1 | 60.86 | 85.06 | 100.00 | 100.00 | 37 | 41 | 593.27 | 201.15 | S/ 70,408.39 | S/ 42,852.80 | S/ 59,890.08 | S/ 70,408.39 | S/ 70,408.39 |
| | 13A | 2 | 7.92 | 15.28 | 55.30 | 72.08 | 28 | 15 | 827.61 | 137.70 | S/ 96,867.61 | S/ 7,668.74 | S/ 14,803.78 | S/ 53,572.52 | S/ 69,819.36 |
| | 14 | 1 | 6.48 | 13.36 | 51.07 | 66.64 | 41 | 24 | 746.45 | 204.62 | S/ 116,081.34 | S/ 7,517.44 | S/ 15,513.80 | S/ 59,285.74 | S/ 77,355.92 |
| | 15 | 1 | 12.02 | 20.66 | 66.15 | 86.53 | 42 | 24 | 746.45 | 210.50 | S/ 119,417.07 | S/ 14,355.79 | S/ 24,673.76 | S/ 78,992.78 | S/ 103,333.92 |
| | 16 | 1 | 10.62 | 18.83 | 62.59 | 81.70 | 37 | 21 | 746.45 | 250.00 | S/ 147,423.88 | S/ 15,651.03 | S/ 27,757.28 | S/ 92,274.68 | S/ 120,439.44 |
| | 17 | 1 | 4.81 | 11.05 | 45.41 | 59.47 | 37 | 21 | 746.45 | 250.00 | S/ 147,423.88 | S/ 7,083.96 | S/ 18,294.24 | S/ 66,950.64 | S/ 87,676.06 |
| | 18 | 1 | 6.24 | 13.04 | 50.33 | 65.70 | 34 | 18 | 746.45 | 250.00 | S/ 153,022.25 | S/ 9,543.64 | S/ 19,958.23 | S/ 77,023.15 | S/ 100,535.99 |
| | 1 | 1 | 22.29 | 34.01 | 89.06 | 100.00 | 38 | 41 | 593.27 | 300.00 | S/ 105,008.79 | S/ 23,404.50 | S/ 35,711.89 | S/ 93,522.34 | S/ 105,008.79 |
| | 2 | 2 | 15.60 | 25.32 | 74.67 | 98.55 | 28 | 23 | 746.45 | 600.00 | S/ 344,859.90 | S/ 53,808.99 | S/ 87,318.95 | S/ 257,517.52 | S/ 339,865.40 |
| | 3 | 1 | 13.04 | 21.99 | 68.65 | 90.00 | 42 | 32 | 719.39 | 274.00 | S/ 134,036.74 | S/ 17,483.46 | S/ 29,478.62 | S/ 92,022.78 | S/ 120,633.60 |
| | 4 | 1 | 7.92 | 15.28 | 55.30 | 72.08 | 41 | 32 | 719.39 | 300.00 | S/ 146,755.56 | S/ 11,618.23 | S/ 22,427.91 | S/ 81,162.99 | S/ 105,777.15 |
| | 5 | 2 | 8.43 | 15.96 | 56.74 | 73.94 | 24 | 12 | 827.61 | 520.00 | S/ 378,714.34 | S/ 31,917.96 | S/ 60,433.21 | S/ 214,880.92 | S/ 280,033.79 |
| | 6 | 1 | 23.94 | 36.16 | 92.39 | 100.00 | 37 | 29 | 719.39 | 300.00 | S/ 153,230.07 | S/ 36,682.88 | S/ 55,406.86 | S/ 141,564.20 | S/ 153,230.07 |
| | 7 | 2 | 21.11 | 32.47 | 86.64 | 100.00 | 33 | 26 | 746.45 | 530.00 | S/ 292,757.69 | S/ 61,795.68 | S/ 95,067.93 | S/ 253,635.39 | S/ 292,757.69 |
| | 8 | 1 | 34.80 | 50.38 | 100.00 | 100.00 | 51 | 90 | 464.25 | 218.00 | S/ 10,120.65 | S/ 3,522.27 | S/ 5,098.73 | S/ 10,120.65 | S/ 10,120.65 |
| | 9 | 1 | 15.30 | 24.93 | 73.98 | 97.55 | 38 | 29 | 719.39 | 248.00 | S/ 126,670.19 | S/ 19,381.23 | S/ 31,575.06 | S/ 93,709.24 | S/ 123,565.13 |
| | 10 | 1 | 22.29 | 34.01 | 89.06 | 100.00 | 40 | 41 | 593.27 | 300.00 | S/ 105,008.79 | S/ 23,404.50 | S/ 35,711.89 | S/ 93,522.34 | S/ 105,008.79 |
| | 11 | 2 | 7.29 | 14.45 | 53.51 | 69.76 | 25 | 12 | 827.61 | 300.00 | S/ 218,489.04 | S/ 15,931.65 | S/ 31,580.28 | S/ 116,907.67 | S/ 152,409.23 |
| | 11A | 1 | 86.05 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 52 | 90 | 464.25 | 150.00 | S/ 6,963.75 | S/ 5,992.01 | S/ 6,963.75 | S/ 6,963.75 | S/ 6,963.75 |
| | 12 | 2 | 72.53 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 22 | 20 | 746.45 | 300.00 | S/ 179,148.00 | S/ 129,933.94 | S/ 179,148.00 | S/ 179,148.00 | S/ 179,148.00 |
| | 12A | 2 | 30.48 | 44.70 | 100.00 | 100.00 | 31 | 26 | 746.45 | 300.00 | S/ 165,711.90 | S/ 50,509.66 | S/ 74,080.88 | S/ 165,711.90 | S/ 165,711.90 |
| | 13 | 1 | 16.54 | 26.54 | 76.79 | 100.00 | 40 | 41 | 593.27 | 300.00 | S/ 105,008.79 | S/ 17,367.53 | S/ 27,865.10 | S/ 80,639.80 | S/ 105,008.79 |
| | 14 | 1 | 52.39 | 73.70 | 100.00 | 100.00 | 40 | 41 | 593.27 | 250.00 | S/ 87,507.33 | S/ 45,845.53 | S/ 64,495.55 | S/ 87,507.33 | S/ 87,507.33 |
| | 15 | 1 | 17.85 | 28.24 | 79.71 | 100.00 | 38 | 29 | 719.39 | 300.00 | S/ 153,230.07 | S/ 27,358.18 | S/ 43,278.81 | S/ 122,137.28 | S/ 153,230.07 |
| | 16 | 1 | 40.88 | 58.40 | 100.00 | 100.00 | 50 | 87 | 464.25 | 300.00 | S/ 18,105.75 | S/ 7,401.91 | S/ 10,573.61 | S/ 18,105.75 | S/ 18,105.75 |
| | 17 | 1 | 31.52 | 46.07 | 100.00 | 100.00 | 38 | 29 | 719.39 | 255.00 | S/ 130,245.56 | S/ 41,051.69 | S/ 59,998.52 | S/ 130,245.56 | S/ 130,245.56 |
| | 18 | 2 | 25.68 | 38.43 | 95.82 | 100.00 | 29 | 23 | 746.45 | 600.00 | S/ 344,859.90 | S/ 88,574.99 | S/ 132,543.42 | S/ 330,444.70 | S/ 344,859.90 |
| | 1 | 1 | 19.25 | 30.06 | 82.72 | 100.00 | 41 | 44 | 593.27 | 300.00 | S/ 99,669.36 | S/ 19,185.19 | S/ 29,956.76 | S/ 82,450.63 | S/ 99,669.36 |
| | 2 | 1 | 62.69 | 87.52 | 100.00 | 100.00 | 48 | 87 | 464.25 | 300.00 | S/ 18,105.75 | S/ 11,350.29 | S/ 15,845.73 | S/ 18,105.75 | S/ 18,105.75 |
| | 3 | 2 | 28.00 | 41.46 | 100.00 | 100.00 | 32 | 26 | 746.45 | 600.00 | S/ 331,423.80 | S/ 92,805.84 | S/ 137,412.10 | S/ 331,423.80 | S/ 331,423.80 |
| | 4 | 2 | 4.84 | 11.11 | 45.57 | 59.67 | 24 | 12 | 827.61 | 600.00 | S/ 436,978.08 | S/ 21,155.19 | S/ 48,536.21 | S/ 199,125.88 | S/ 260,741.65 |
| | 5 | 1 | 43.54 | 61.92 | 100.00 | 100.00 | 48 | 87 | 464.25 | 300.00 | S/ 18,105.75 | S/ 7,883.58 | S/ 11,211.64 | S/ 18,105.75 | S/ 18,105.75 |
| | 6 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 50 | 87 | 464.25 | 300.00 | S/ 18,105.75 | S/ 18,105.75 | S/ 18,105.75 | S/ 18,105.75 | S/ 18,105.75 |
| | 7 | 2 | 7.44 | 14.65 | 53.94 | 70.32 | 22 | 12 | 827.61 | 510.00 | S/ 371,431.37 | S/ 27,641.59 | S/ 54,427.43 | S/ 200,365.11 | S/ 261,184.01 |
| | 8 | 1 | 33.68 | 48.90 | 100.00 | 100.00 | 43 | 84 | 464.25 | 240.00 | S/ 17,827.20 | S/ 6,004.07 | S/ 8,717.88 | S/ 17,827.20 | S/ 17,827.20 |
| | 9 | 2 | 43.54 | 61.92 | 100.00 | 100.00 | 26 | 23 | 746.45 | 560.00 | S/ 321,869.24 | S/ 140,147.91 | S/ 199,311.45 | S/ 321,869.24 | S/ 321,869.24 |
| | 10 | 1 | 25.68 | 38.43 | 95.82 | 100.00 | 37 | 41 | 593.27 | 300.00 | S/ 105,008.79 | S/ 26,970.81 | S/ 40,359.07 | S/ 100,619.41 | S/ 105,008.79 |
| | 11 | 2 | 5.22 | 11.65 | 47.00 | 61.47 | 27 | 15 | 827.61 | 484.00 | S/ 340,478.75 | S/ 17,768.25 | S/ 39,663.47 | S/ 160,008.83 | S/ 209,303.44 |
| | 12 | 2 | 55.65 | 78.07 | 100.00 | 100.00 | 31 | 26 | 746.45 | 520.00 | S/ 287,233.96 | S/ 159,852.39 | S/ 224,234.96 | S/ 287,233.96 | S/ 287,233.96 |
| | 13 | 1 | 7.00 | 14.07 | 52.66 | 68.67 | 37 | 21 | 746.45 | 300.00 | S/ 176,908.65 | S/ 12,389.90 | S/ 24,891.59 | S/ 93,160.00 | S/ 121,479.54 |
| | 14 | 1 | 26.59 | 39.62 | 97.58 | 100.00 | 33 | 26 | 719.39 | 130.50 | S/ 69,471.49 | S/ 18,474.41 | S/ 27,524.43 | S/ 67,789.05 | S/ 69,471.49 |
| | 14A | 1 | 68.45 | 95.28 | 100.00 | 100.00 | 42 | 44 | 593.27 | 142.80 | S/ 47,442.62 | S/ 32,472.73 | S/ 45,205.63 | S/ 47,442.62 | S/ 47,442.62 |
| | 15 | 1 | 22.29 | 34.01 | 89.06 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 300.00 | S/ 153,230.07 | S/ 34,152.12 | S/ 52,111.21 | S/ 136,468.91 | S/ 153,230.07 |
| | 16 | 1 | 43.54 | 61.92 | 100.00 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 300.00 | S/ 153,230.07 | S/ 66,719.25 | S/ 94,884.83 | S/ 153,230.07 | S/ 153,230.07 |
| | 17 | 1 | 6.01 | 12.74 | 49.64 | 64.81 | 37 | 21 | 746.45 | 300.00 | S/ 176,908.65 | S/ 10,639.28 | S/ 22,541.04 | S/ 87,808.90 | S/ 114,658.30 |
| | 18 | 2 | 5.29 | 11.75 | 47.25 | 61.79 | 30 | 15 | 827.61 | 600.00 | S/ 422,081.10 | S/ 22,328.09 | S/ 49,590.74 | S/ 199,414.49 | S/ 260,801.07 |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Antigüedad en años | Depreciación "P" (%) | Valor Unitario de la Edificación "VUE" por m2 (\$/ .m2) | Area Total Techada Construida "AT" (m2) | Valor de la Edificación Construida (S/): VE = AT x VUE x (1 - P/100) | Pérdidas Económicas según Tipo de Escenario de Sismo | | | | |
|---------|------|-----------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|---|---|--|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------|
| | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | |
| 26 | 1 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 48 | 87 | 464.25 | 207.47 | S/ 12,521.33 | S/ 12,521.33 | S/ 12,521.33 | S/ 12,521.33 | S/ 12,521.33 | S/ 12,521.33 |
| 26 | 2 | 1 | 22.29 | 34.01 | 89.06 | 100.00 | 41 | 44 | 593.27 | 207.49 | S/ 68,934.65 | S/ 15,364.24 | S/ 23,443.62 | S/ 61,394.19 | S/ 68,934.65 | S/ 68,934.65 |
| 26 | 3 | 1 | 31.52 | 46.07 | 100.00 | 100.00 | 41 | 44 | 593.27 | 250.00 | S/ 83,057.80 | S/ 26,178.73 | S/ 38,261.15 | S/ 83,057.80 | S/ 83,057.80 | S/ 83,057.80 |
| 26 | 4 | 1 | 28.48 | 42.09 | 100.00 | 100.00 | 40 | 41 | 593.27 | 180.00 | S/ 63,005.27 | S/ 17,946.86 | S/ 26,520.24 | S/ 63,005.27 | S/ 63,005.27 | S/ 63,005.27 |
| 26 | 5 | 2 | 6.87 | 13.89 | 52.25 | 68.14 | 28 | 15 | 827.61 | 400.00 | S/ 281,387.40 | S/ 19,318.82 | S/ 39,073.93 | S/ 147,023.50 | S/ 191,743.72 | S/ 191,743.72 |
| 26 | 6 | 1 | 16.54 | 26.54 | 76.79 | 100.00 | 37 | 29 | 719.39 | 200.00 | S/ 102,153.38 | S/ 16,895.27 | S/ 27,107.39 | S/ 78,447.04 | S/ 102,153.38 | S/ 102,153.38 |
| 26 | 7 | 1 | 13.58 | 22.69 | 69.95 | 91.81 | 39 | 41 | 593.27 | 122.16 | S/ 42,759.58 | S/ 5,807.21 | S/ 9,702.98 | S/ 29,909.19 | S/ 39,257.50 | S/ 39,257.50 |
| 26 | 7A | 3 | 57.35 | 80.34 | 100.00 | 100.00 | 41 | 44 | 746.45 | 383.40 | S/ 160,265.80 | S/ 91,905.88 | S/ 128,752.99 | S/ 160,265.80 | S/ 160,265.80 | S/ 160,265.80 |
| 26 | 8 | 2 | 5.81 | 12.46 | 48.98 | 63.98 | 25 | 12 | 827.61 | 491.00 | S/ 357,593.73 | S/ 20,768.32 | S/ 44,561.65 | S/ 175,132.84 | S/ 228,774.20 | S/ 228,774.20 |
| 26 | 9 | 2 | 12.52 | 21.32 | 67.39 | 88.24 | 27 | 15 | 827.61 | 488.18 | S/ 343,419.25 | S/ 43,009.85 | S/ 73,204.41 | S/ 231,425.26 | S/ 303,037.75 | S/ 303,037.75 |
| 26 | 10 | 1 | 7.75 | 15.07 | 54.84 | 71.48 | 31 | 18 | 746.45 | 264.96 | S/ 162,179.10 | S/ 12,576.03 | S/ 24,436.67 | S/ 88,943.77 | S/ 115,923.73 | S/ 115,923.73 |
| 26 | 11 | 2 | 6.01 | 12.74 | 49.64 | 64.81 | 24 | 12 | 827.61 | 499.32 | S/ 363,653.16 | S/ 21,870.08 | S/ 46,335.33 | S/ 180,499.85 | S/ 235,691.44 | S/ 235,691.44 |
| 26 | 12 | 2 | 54.82 | 76.95 | 100.00 | 100.00 | 36 | 41 | 719.39 | 209.62 | S/ 88,971.13 | S/ 48,775.21 | S/ 68,467.06 | S/ 88,971.13 | S/ 88,971.13 | S/ 88,971.13 |
| 26 | 12A | 1 | 11.54 | 20.03 | 64.94 | 84.87 | 37 | 41 | 593.27 | 106.12 | S/ 37,145.11 | S/ 4,285.15 | S/ 7,439.85 | S/ 24,120.38 | S/ 31,525.65 | S/ 31,525.65 |
| 26 | 13 | 1 | 34.80 | 50.38 | 100.00 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 114.29 | S/ 55,908.98 | S/ 19,457.90 | S/ 28,166.67 | S/ 55,908.98 | S/ 55,908.98 | S/ 55,908.98 |
| 26 | 13A | 1 | 5.62 | 12.20 | 48.36 | 63.19 | 38 | 21 | 746.45 | 88.65 | S/ 52,276.51 | S/ 2,937.05 | S/ 6,379.09 | S/ 25,279.02 | S/ 33,034.98 | S/ 33,034.98 |
| 26 | 14 | 1 | 4.69 | 10.87 | 44.83 | 58.73 | 40 | 21 | 746.45 | 211.58 | S/ 124,767.77 | S/ 5,856.17 | S/ 13,560.37 | S/ 55,936.28 | S/ 73,271.51 | S/ 73,271.51 |
| 26 | 15 | 1 | 10.18 | 18.26 | 61.46 | 80.18 | 38 | 29 | 719.39 | 203.86 | S/ 104,124.94 | S/ 10,601.45 | S/ 19,012.71 | S/ 63,996.55 | S/ 83,487.36 | S/ 83,487.36 |
| 26 | 16 | 1 | 14.14 | 23.41 | 71.27 | 93.67 | 38 | 29 | 719.39 | 202.91 | S/ 103,639.71 | S/ 14,650.66 | S/ 24,265.91 | S/ 73,859.51 | S/ 97,079.75 | S/ 97,079.75 |
| 26 | 17 | 2 | 22.69 | 34.53 | 89.88 | 100.00 | 34 | 26 | 746.45 | 412.78 | S/ 228,008.53 | S/ 15,740.90 | S/ 78,742.46 | S/ 204,940.45 | S/ 228,008.53 | S/ 228,008.53 |
| 26 | 18 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 43 | 84 | 464.25 | 207.96 | S/ 15,447.27 | S/ 15,447.27 | S/ 15,447.27 | S/ 15,447.27 | S/ 15,447.27 | S/ 15,447.27 |
| 27 | 1 | 1 | 49.29 | 69.56 | 100.00 | 100.00 | 49 | 87 | 464.25 | 298.96 | S/ 18,042.98 | S/ 8,893.31 | S/ 12,551.58 | S/ 18,042.98 | S/ 18,042.98 | S/ 18,042.98 |
| 27 | 2 | 1 | 43.54 | 61.92 | 100.00 | 100.00 | 46 | 87 | 464.25 | 296.90 | S/ 17,918.66 | S/ 7,802.12 | S/ 11,095.79 | S/ 17,918.66 | S/ 17,918.66 | S/ 17,918.66 |
| 27 | 3 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 46 | 87 | 464.25 | 296.98 | S/ 17,923.49 | S/ 17,923.49 | S/ 17,923.49 | S/ 17,923.49 | S/ 17,923.49 | S/ 17,923.49 |
| 27 | 4 | 1 | 14.14 | 23.41 | 71.27 | 93.67 | 42 | 44 | 593.27 | 298.98 | S/ 99,330.48 | S/ 14,041.51 | S/ 23,256.96 | S/ 70,788.51 | S/ 93,043.28 | S/ 93,043.28 |
| 27 | 5 | 1 | 60.86 | 85.06 | 100.00 | 100.00 | 52 | 90 | 464.25 | 150.00 | S/ 6,963.75 | S/ 4,238.36 | S/ 5,923.44 | S/ 6,963.75 | S/ 6,963.75 | S/ 6,963.75 |
| 27 | 5A | 1 | 37.14 | 53.46 | 100.00 | 100.00 | 52 | 90 | 464.25 | 150.00 | S/ 6,963.75 | S/ 2,586.34 | S/ 3,722.65 | S/ 6,963.75 | S/ 6,963.75 | S/ 6,963.75 |
| 27 | 6 | 1 | 43.54 | 61.92 | 100.00 | 100.00 | 37 | 41 | 593.27 | 242.60 | S/ 84,917.11 | S/ 36,974.50 | S/ 52,583.32 | S/ 84,917.11 | S/ 84,917.11 | S/ 84,917.11 |
| 27 | 7 | 1 | 31.52 | 46.07 | 100.00 | 100.00 | 38 | 41 | 593.27 | 250.00 | S/ 87,507.33 | S/ 27,581.16 | S/ 40,310.85 | S/ 87,507.33 | S/ 87,507.33 | S/ 87,507.33 |
| 27 | 8 | 2 | 10.40 | 18.54 | 62.02 | 80.93 | 22 | 12 | 827.61 | 291.86 | S/ 212,560.70 | S/ 22,099.58 | S/ 39,411.39 | S/ 131,836.12 | S/ 172,029.75 | S/ 172,029.75 |
| 27 | 8A | 1 | 30.48 | 44.70 | 100.00 | 100.00 | 37 | 41 | 593.27 | 150.71 | S/ 52,752.92 | S/ 16,079.30 | S/ 23,582.99 | S/ 52,752.92 | S/ 52,752.92 | S/ 52,752.92 |
| 27 | 9 | 2 | 67.46 | 93.95 | 100.00 | 100.00 | 33 | 78 | 668.08 | 595.92 | S/ 87,586.89 | S/ 59,083.31 | S/ 82,285.97 | S/ 87,586.89 | S/ 87,586.89 | S/ 87,586.89 |
| 27 | 10 | 2 | 9.76 | 17.71 | 60.36 | 78.71 | 22 | 12 | 827.61 | 603.58 | S/ 439,585.38 | S/ 42,917.35 | S/ 77,858.30 | S/ 265,333.26 | S/ 346,003.85 | S/ 346,003.85 |
| 27 | 11 | 2 | 27.06 | 40.23 | 98.47 | 100.00 | 28 | 23 | 746.45 | 602.42 | S/ 346,250.83 | S/ 93,682.62 | S/ 139,279.65 | S/ 340,946.19 | S/ 346,250.83 | S/ 346,250.83 |
| 27 | 12 | 2 | 22.29 | 34.01 | 89.06 | 100.00 | 30 | 23 | 746.45 | 600.00 | S/ 344,859.90 | S/ 76,862.82 | S/ 117,281.60 | S/ 307,137.20 | S/ 344,859.90 | S/ 344,859.90 |
| 27 | 13 | 2 | 15.00 | 24.54 | 73.29 | 96.56 | 30 | 23 | 746.45 | 202.50 | S/ 116,390.22 | S/ 17,461.54 | S/ 28,561.96 | S/ 85,303.64 | S/ 112,385.45 | S/ 112,385.45 |
| 27 | 13A | 2 | 34.80 | 50.38 | 100.00 | 100.00 | 21 | 20 | 746.45 | 397.50 | S/ 237,371.10 | S/ 82,611.85 | S/ 119,586.39 | S/ 237,371.10 | S/ 237,371.10 | S/ 237,371.10 |
| 27 | 14 | 1 | 12.02 | 20.66 | 66.15 | 86.53 | 38 | 29 | 719.39 | 300.00 | S/ 153,230.07 | S/ 18,420.64 | S/ 31,660.15 | S/ 101,359.62 | S/ 132,592.96 | S/ 132,592.96 |
| 27 | 15 | 1 | 39.60 | 56.71 | 100.00 | 100.00 | 38 | 41 | 593.27 | 150.00 | S/ 52,504.40 | S/ 20,792.77 | S/ 29,773.80 | S/ 52,504.40 | S/ 52,504.40 | S/ 52,504.40 |
| 27 | 15A | 1 | 76.82 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 50 | 87 | 464.25 | 150.00 | S/ 9,052.88 | S/ 6,954.13 | S/ 9,052.88 | S/ 9,052.88 | S/ 9,052.88 | S/ 9,052.88 |
| 27 | 16 | 1 | 44.92 | 63.76 | 100.00 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 137.25 | S/ 67,140.67 | S/ 30,162.40 | S/ 42,807.18 | S/ 67,140.67 | S/ 67,140.67 | S/ 67,140.67 |
| 27 | 16A | 1 | 10.62 | 18.83 | 62.59 | 81.70 | 40 | 29 | 719.39 | 162.75 | S/ 83,127.31 | S/ 8,265.09 | S/ 15,651.39 | S/ 52,030.56 | S/ 67,911.71 | S/ 67,911.71 |
| 27 | 17 | 1 | 44.92 | 63.76 | 100.00 | 100.00 | 50 | 87 | 464.25 | 231.00 | S/ 13,941.43 | S/ 6,263.07 | S/ 8,888.70 | S/ 13,941.43 | S/ 13,941.43 | S/ 13,941.43 |
| 27 | 18 | 2 | 21.50 | 32.98 | 87.44 | 100.00 | 29 | 15 | 827.61 | 500.00 | S/ 351,734.25 | S/ 75,608.76 | S/ 115,994.03 | S/ 307,550.77 | S/ 351,734.25 | S/ 351,734.25 |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Antigüedad en años | Depreciación "P" (%) | Valor Unitario de la Edificación "VUE" por m ² (\$/m ²) | Area Total Techada Construida "AT" (m ²) | Valor de la Edificación Construida (S/): VE = AT x VUE x (1 - P/100) | Pérdidas Económicas según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|--|--|--|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| 28 | 1 | 1 | 14.14 | 23.41 | 71.27 | 93.67 | 37 | 41 | 593.27 | 246.22 | S/ 86,184.21 | S/ 12,183.13 | S/ 20,178.93 | S/ 61,419.74 | S/ 80,729.12 |
| | 2 | 1 | 57.35 | 80.34 | 100.00 | 100.00 | 49 | 87 | 464.25 | 201.86 | S/ 12,182.76 | S/ 6,986.31 | S/ 9,787.28 | S/ 12,182.76 | S/ 12,182.76 |
| | 3 | 1 | 37.14 | 53.46 | 100.00 | 100.00 | 51 | 90 | 464.25 | 176.00 | S/ 8,170.80 | S/ 3,034.64 | S/ 4,367.91 | S/ 8,170.80 | S/ 8,170.80 |
| | 4 | 2 | 15.30 | 24.93 | 73.98 | 97.55 | 26 | 15 | 827.61 | 310.00 | S/ 218,075.24 | S/ 33,366.70 | S/ 54,359.58 | S/ 161,329.70 | S/ 212,729.56 |
| | 5 | 1 | 6.87 | 13.89 | 52.25 | 68.14 | 32 | 18 | 746.45 | 201.81 | S/ 123,525.68 | S/ 8,480.73 | S/ 17,152.99 | S/ 64,541.55 | S/ 84,173.19 |
| | 6 | 1 | 18.54 | 29.14 | 81.20 | 100.00 | 34 | 26 | 719.39 | 180.00 | S/ 95,822.75 | S/ 17,766.95 | S/ 27,919.90 | S/ 77,811.59 | S/ 95,822.75 |
| | 7 | 1 | 31.52 | 46.07 | 100.00 | 100.00 | 49 | 87 | 464.25 | 231.18 | S/ 13,952.29 | S/ 4,397.58 | S/ 6,427.22 | S/ 13,952.29 | S/ 13,952.29 |
| | 8 | 1 | 12.52 | 21.32 | 67.39 | 88.24 | 38 | 29 | 719.39 | 200.00 | S/ 102,153.38 | S/ 12,793.70 | S/ 21,775.36 | S/ 68,839.68 | S/ 90,141.51 |
| | 9 | 1 | 32.58 | 47.46 | 100.00 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 200.00 | S/ 102,153.38 | S/ 33,286.43 | S/ 48,486.64 | S/ 102,153.38 | S/ 102,153.38 |
| | 10 | 1 | 24.80 | 37.28 | 94.09 | 100.00 | 47 | 47 | 593.27 | 200.00 | S/ 62,886.62 | S/ 15,595.98 | S/ 23,444.61 | S/ 59,169.79 | S/ 62,886.62 |
| | 11 | 1 | 34.80 | 50.38 | 100.00 | 100.00 | 39 | 29 | 719.39 | 200.00 | S/ 102,153.38 | S/ 35,552.26 | S/ 51,464.37 | S/ 102,153.38 | S/ 102,153.38 |
| | 12 | 1 | 37.14 | 53.46 | 100.00 | 100.00 | 39 | 29 | 719.39 | 200.00 | S/ 102,153.38 | S/ 37,939.77 | S/ 54,608.73 | S/ 102,153.38 | S/ 102,153.38 |
| | 13 | 1 | 7.15 | 14.26 | 53.08 | 69.21 | 31 | 18 | 746.45 | 250.00 | S/ 153,022.25 | S/ 10,934.39 | S/ 21,820.31 | S/ 81,223.09 | S/ 105,900.41 |
| | 14 | 1 | 42.19 | 60.14 | 100.00 | 100.00 | 39 | 29 | 719.39 | 200.00 | S/ 102,153.38 | S/ 43,103.22 | S/ 61,432.42 | S/ 102,153.38 | S/ 102,153.38 |
| | 15 | 1 | 26.59 | 39.62 | 97.58 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 197.50 | S/ 96,614.08 | S/ 25,692.38 | S/ 38,278.25 | S/ 94,274.31 | S/ 96,614.08 |
| | 16 | 1 | 54.00 | 75.86 | 100.00 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 142.30 | S/ 69,611.05 | S/ 37,590.56 | S/ 52,804.23 | S/ 69,611.05 | S/ 69,611.05 |
| | 17 | 1 | 96.21 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 47 | 87 | 464.25 | 184.50 | S/ 11,135.04 | S/ 10,712.86 | S/ 11,135.04 | S/ 11,135.04 | S/ 11,135.04 |
| | 18 | 1 | 13.58 | 22.69 | 69.95 | 91.81 | 34 | 26 | 719.39 | 170.00 | S/ 90,499.26 | S/ 12,290.78 | S/ 20,536.05 | S/ 63,301.83 | S/ 83,087.22 |
| | 19 | 2 | 19.61 | 30.53 | 83.49 | 100.00 | 32 | 26 | 746.45 | 500.00 | S/ 276,186.50 | S/ 54,160.74 | S/ 84,308.04 | S/ 230,598.83 | S/ 276,186.50 |
| | 20 | 1 | 19.98 | 31.00 | 84.27 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 200.00 | S/ 102,153.38 | S/ 20,406.94 | S/ 31,669.81 | S/ 86,084.63 | S/ 102,153.38 |
| | 21 | 1 | 23.10 | 35.07 | 90.71 | 100.00 | 38 | 41 | 593.27 | 200.00 | S/ 70,005.86 | S/ 16,173.14 | S/ 24,550.18 | S/ 63,502.85 | S/ 70,005.86 |
| | 22 | 1 | 23.10 | 35.07 | 90.71 | 100.00 | 40 | 41 | 593.27 | 145.50 | S/ 50,929.26 | S/ 11,765.96 | S/ 17,860.25 | S/ 46,198.32 | S/ 50,929.26 |
| | 23 | 1 | 24.80 | 37.28 | 94.09 | 100.00 | 42 | 44 | 593.27 | 200.00 | S/ 66,446.24 | S/ 16,478.78 | S/ 24,771.66 | S/ 62,519.02 | S/ 66,446.24 |
| | 24 | 2 | 34.80 | 50.38 | 100.00 | 100.00 | 34 | 26 | 746.45 | 400.00 | S/ 220,949.20 | S/ 76,896.57 | S/ 111,313.12 | S/ 220,949.20 | S/ 220,949.20 |
| | 1 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 37 | 81 | 464.25 | 112.42 | S/ 9,916.29 | S/ 9,916.29 | S/ 9,916.29 | S/ 9,916.29 | S/ 9,916.29 |
| | 2 | 1 | 31.52 | 46.07 | 100.00 | 100.00 | 52 | 90 | 464.25 | 89.67 | S/ 4,162.93 | S/ 1,312.10 | S/ 1,917.68 | S/ 4,162.93 | S/ 4,162.93 |
| | 3 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 43 | 84 | 464.25 | 93.00 | S/ 6,908.04 | S/ 6,908.04 | S/ 6,908.04 | S/ 6,908.04 | S/ 6,908.04 |
| | 4 | 1 | 33.68 | 48.90 | 100.00 | 100.00 | 48 | 87 | 464.25 | 93.00 | S/ 5,612.78 | S/ 1,890.34 | S/ 2,744.77 | S/ 5,612.78 | S/ 5,612.78 |
| | 5 | 1 | 55.65 | 78.07 | 100.00 | 100.00 | 40 | 41 | 593.27 | 93.00 | S/ 32,552.72 | S/ 18,116.35 | S/ 25,412.94 | S/ 32,552.72 | S/ 32,552.72 |
| | 6 | 2 | 14.71 | 24.16 | 72.61 | 95.58 | 23 | 12 | 827.61 | 186.00 | S/ 135,463.20 | S/ 19,925.58 | S/ 32,726.01 | S/ 98,359.25 | S/ 129,479.87 |
| | 7 | 2 | 7.15 | 14.26 | 53.08 | 69.21 | 23 | 12 | 827.61 | 186.00 | S/ 135,463.20 | S/ 9,679.69 | S/ 19,316.47 | S/ 71,902.88 | S/ 93,748.52 |
| | 8 | 2 | 43.54 | 61.92 | 100.00 | 100.00 | 36 | 29 | 746.45 | 186.00 | S/ 98,576.19 | S/ 42,921.92 | S/ 61,041.44 | S/ 98,576.19 | S/ 98,576.19 |
| | 9 | 1 | 25.68 | 38.43 | 95.82 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 93.00 | S/ 47,501.32 | S/ 12,200.40 | S/ 18,256.65 | S/ 45,515.76 | S/ 47,501.32 |
| | 10 | 1 | 17.19 | 27.38 | 78.24 | 100.00 | 40 | 21 | 746.45 | 93.00 | S/ 54,841.68 | S/ 9,425.63 | S/ 15,014.27 | S/ 42,907.22 | S/ 54,841.68 |
| 28A | 11 | 2 | 21.11 | 32.47 | 86.64 | 100.00 | 31 | 26 | 746.45 | 228.80 | S/ 125,278.20 | S/ 26,443.89 | S/ 40,681.90 | S/ 108,536.80 | S/ 125,278.20 |
| | 12 | 1 | 8.61 | 16.19 | 57.23 | 74.59 | 41 | 32 | 719.39 | 114.21 | S/ 55,869.84 | S/ 4,808.44 | S/ 9,046.82 | S/ 31,976.41 | S/ 41,672.78 |
| | 13 | 1 | 12.02 | 20.66 | 66.15 | 86.53 | 40 | 29 | 719.39 | 114.21 | S/ 58,334.69 | S/ 7,012.74 | S/ 12,053.02 | S/ 38,587.61 | S/ 50,478.14 |
| | 14 | 1 | 9.36 | 17.18 | 59.29 | 77.29 | 38 | 29 | 719.39 | 113.40 | S/ 57,920.97 | S/ 5,422.13 | S/ 9,953.59 | S/ 34,340.03 | S/ 44,767.18 |
| | 15 | 1 | 12.02 | 20.66 | 66.15 | 86.53 | 38 | 29 | 719.39 | 113.40 | S/ 57,920.97 | S/ 6,963.00 | S/ 11,967.54 | S/ 38,313.94 | S/ 50,120.14 |
| | 16 | 1 | 12.02 | 20.66 | 66.15 | 86.53 | 42 | 32 | 719.39 | 113.40 | S/ 55,473.60 | S/ 6,668.79 | S/ 11,461.87 | S/ 36,695.04 | S/ 48,002.39 |
| | 17 | 1 | 13.04 | 21.99 | 68.65 | 90.00 | 38 | 41 | 593.27 | 113.40 | S/ 39,693.32 | S/ 5,177.51 | S/ 8,729.73 | S/ 27,251.41 | S/ 35,724.15 |
| | 18 | 1 | 54.00 | 75.86 | 100.00 | 100.00 | 44 | 84 | 464.25 | 222.49 | S/ 16,526.56 | S/ 8,924.48 | S/ 12,536.40 | S/ 16,526.56 | S/ 16,526.56 |
| | 19 | 1 | 54.00 | 75.86 | 100.00 | 100.00 | 44 | 84 | 464.25 | 190.32 | S/ 14,136.97 | S/ 7,634.08 | S/ 10,723.75 | S/ 14,136.97 | S/ 14,136.97 |
| | 20 | 1 | 21.50 | 32.98 | 87.44 | 100.00 | 40 | 41 | 593.27 | 151.15 | S/ 52,906.93 | S/ 11,372.87 | S/ 17,447.51 | S/ 46,260.97 | S/ 52,906.93 |
| | 21 | 3 | 21.89 | 33.49 | 88.25 | 100.00 | 22 | 20 | 827.61 | 291.03 | S/ 192,687.47 | S/ 42,177.94 | S/ 64,530.00 | S/ 170,040.24 | S/ 192,687.47 |
| | 22 | 1 | 19.98 | 31.00 | 84.27 | 100.00 | 37 | 41 | 593.27 | 80.30 | S/ 28,107.35 | S/ 5,614.94 | S/ 8,713.90 | S/ 23,686.06 | S/ 28,107.35 |
| | 23 | 1 | 12.52 | 21.32 | 67.39 | 88.24 | 37 | 41 | 593.27 | 141.59 | S/ 49,560.65 | S/ 6,206.98 | S/ 10,564.52 | S/ 33,398.20 | S/ 43,732.98 |

| Manzana | Lote | Número de Pisos | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Antigüedad en años | Depreciación "P" (%) | Valor Unitario de la Edificación "VUE" por m ² (\$/m ²) | Área Total Techada Construida "AT" (m ²) | Valor de la Edificación Construida (\$): VE = AT x VUE x (1 - P/100) | Pérdidas Económicas según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|--|--|--|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | 1 | 1 | 4.72 | 10.92 | 45.03 | 58.98 | 41 | 24 | 746.45 | 139.98 | 79,410.93 | 3,751.64 | 8,675.00 | 35,754.95 | 46,833.18 |
| | 1A | 1 | 25.68 | 38.43 | 95.82 | 100.00 | 38 | 29 | 719.39 | 145.97 | 74,556.64 | 19,149.38 | 28,655.09 | 71,440.17 | 74,556.64 |
| | 2 | 1 | 15.30 | 24.93 | 73.98 | 97.55 | 37 | 41 | 593.27 | 246.71 | 86,355.73 | 13,212.90 | 21,525.88 | 63,885.03 | 84,238.89 |
| | 3 | 1 | 46.34 | 65.64 | 100.00 | 100.00 | 38 | 41 | 593.27 | 224.22 | 78,483.57 | 36,371.12 | 51,517.93 | 78,483.57 | 78,483.57 |
| | 4 | 1 | 15.91 | 25.72 | 75.37 | 99.57 | 38 | 41 | 593.27 | 300.00 | 105,008.79 | 16,707.33 | 27,007.52 | 79,148.86 | 104,555.59 |
| | 5 | 2 | 12.78 | 21.65 | 68.02 | 89.11 | 30 | 23 | 746.45 | 200.00 | 114,953.30 | 14,693.00 | 24,889.53 | 78,189.44 | 102,440.20 |
| | 5A | 1 | 24.80 | 37.28 | 94.09 | 100.00 | 40 | 41 | 593.27 | 126.07 | 44,128.19 | 10,943.86 | 16,451.32 | 41,520.05 | 44,128.19 |
| | 6 | 1 | 22.29 | 34.01 | 89.06 | 100.00 | 38 | 41 | 593.27 | 150.00 | 52,504.40 | 11,702.25 | 17,855.94 | 46,761.17 | 52,504.40 |
| | 7 | 1 | 23.10 | 35.07 | 90.71 | 100.00 | 37 | 41 | 593.27 | 200.00 | 70,005.86 | 16,173.14 | 24,550.18 | 63,502.85 | 70,005.86 |
| | 8 | 2 | 84.84 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 25 | 20 | 746.45 | 443.00 | 264,541.88 | 224,444.29 | 264,541.88 | 264,541.88 | 264,541.88 |
| | 9 | 1 | 47.80 | 67.58 | 100.00 | 100.00 | 49 | 87 | 464.25 | 156.00 | 9,414.99 | 4,500.10 | 6,362.37 | 9,414.99 | 9,414.99 |
| | 10 | 1 | 47.80 | 67.58 | 100.00 | 100.00 | 37 | 29 | 719.39 | 200.00 | 102,153.38 | 48,826.43 | 69,032.24 | 102,153.38 | 102,153.38 |
| | 11 | 1 | 14.71 | 24.16 | 72.61 | 95.58 | 42 | 32 | 719.39 | 200.00 | 97,837.04 | 14,391.06 | 23,636.06 | 71,039.05 | 93,515.63 |
| | 12 | 1 | 23.10 | 35.07 | 90.71 | 100.00 | 46 | 47 | 593.27 | 200.00 | 62,886.62 | 14,528.42 | 22,053.55 | 57,044.93 | 62,886.62 |
| | 13 | 1 | 14.71 | 24.16 | 72.61 | 95.58 | 41 | 32 | 719.39 | 200.00 | 97,837.04 | 14,391.06 | 23,636.06 | 71,039.05 | 93,515.63 |
| | 14 | 1 | 29.47 | 43.38 | 100.00 | 100.00 | 37 | 41 | 593.27 | 250.00 | 87,507.33 | 25,787.78 | 37,961.03 | 87,507.33 | 87,507.33 |
| | 15 | 1 | 42.19 | 60.14 | 100.00 | 100.00 | 38 | 41 | 593.27 | 240.00 | 84,007.03 | 35,446.44 | 50,519.67 | 84,007.03 | 84,007.03 |
| | 16 | 1 | 13.58 | 22.69 | 69.95 | 91.81 | 41 | 44 | 593.27 | 240.00 | 79,735.49 | 10,828.94 | 18,093.54 | 55,772.86 | 73,205.01 |
| | 17 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 50 | 87 | 464.25 | 240.00 | 14,484.60 | 14,484.60 | 14,484.60 | 14,484.60 | 14,484.60 |
| | 1 | 1 | 72.53 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 52 | 90 | 464.25 | 120.00 | 5,571.00 | 4,040.58 | 5,571.00 | 5,571.00 | 5,571.00 |
| | 2 | 2 | 8.25 | 15.73 | 56.25 | 73.31 | 28 | 15 | 827.61 | 200.00 | 140,893.70 | 11,612.17 | 22,127.42 | 79,144.86 | 103,141.64 |
| | 3 | 1 | 14.71 | 24.16 | 72.61 | 95.58 | 37 | 29 | 719.39 | 120.00 | 61,292.03 | 9,015.58 | 14,807.29 | 44,503.88 | 58,584.79 |
| | 4 | 1 | 14.71 | 24.16 | 72.61 | 95.58 | 42 | 32 | 719.39 | 120.00 | 58,702.22 | 8,634.64 | 14,181.63 | 42,623.43 | 56,109.38 |
| | 5 | 1 | 21.50 | 32.98 | 87.44 | 100.00 | 38 | 29 | 719.39 | 120.00 | 61,292.03 | 13,175.33 | 20,212.73 | 53,592.76 | 61,292.03 |
| | 6 | 1 | 11.54 | 20.03 | 64.94 | 84.87 | 39 | 29 | 719.39 | 129.02 | 65,896.59 | 7,601.99 | 13,198.53 | 42,790.31 | 55,927.49 |
| | 7 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 38 | 81 | 464.25 | 129.02 | 11,380.09 | 11,380.09 | 11,380.09 | 11,380.09 | 11,380.09 |
| | 8 | 1 | 47.80 | 67.58 | 100.00 | 100.00 | 38 | 81 | 464.25 | 124.79 | 11,006.97 | 5,261.02 | 7,438.19 | 11,006.97 | 11,006.97 |
| | 9 | 2 | 18.54 | 29.14 | 81.20 | 100.00 | 29 | 23 | 746.45 | 482.22 | 277,163.90 | 51,390.28 | 80,757.33 | 225,067.27 | 277,163.90 |
| | 10 | 1 | 86.05 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 40 | 81 | 464.25 | 203.63 | 17,961.25 | 15,454.89 | 17,961.25 | 17,961.25 | 17,961.25 |
| | 11 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 39 | 81 | 464.25 | 201.81 | 17,801.16 | 17,801.16 | 17,801.16 | 17,801.16 | 17,801.16 |
| | 12 | 1 | 26.59 | 39.62 | 97.58 | 100.00 | 38 | 29 | 719.39 | 154.15 | 78,734.72 | 20,937.76 | 31,194.50 | 76,827.95 | 78,734.72 |
| | 13 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 40 | 81 | 464.25 | 93.27 | 8,227.11 | 8,227.11 | 8,227.11 | 8,227.11 | 8,227.11 |
| | 1 | 2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 34 | 78 | 668.08 | 562.14 | 82,621.99 | 82,621.99 | 82,621.99 | 82,621.99 | 82,621.99 |
| | 2 | 2 | 38.97 | 55.88 | 100.00 | 100.00 | 32 | 38 | 719.39 | 400.00 | 178,408.72 | 69,533.82 | 99,691.70 | 178,408.72 | 178,408.72 |
| | 3 | 1 | 22.29 | 34.01 | 89.06 | 100.00 | 37 | 29 | 719.39 | 273.42 | 139,653.89 | 31,126.24 | 47,494.16 | 124,377.76 | 139,653.89 |
| | 4 | 1 | 47.80 | 67.58 | 100.00 | 100.00 | 40 | 41 | 593.27 | 175.63 | 61,475.65 | 29,383.62 | 41,543.43 | 61,475.65 | 61,475.65 |
| | 5 | 2 | 7.75 | 15.07 | 54.84 | 71.48 | 23 | 12 | 827.61 | 300.00 | 218,489.04 | 16,942.53 | 32,921.28 | 119,825.78 | 156,173.42 |
| | 6 | 1 | 60.86 | 85.06 | 100.00 | 100.00 | 40 | 41 | 593.27 | 177.01 | 61,958.69 | 37,710.04 | 52,702.68 | 61,958.69 | 61,958.69 |
| | 7 | 2 | 8.61 | 16.19 | 57.23 | 74.59 | 23 | 12 | 827.61 | 285.00 | 207,564.59 | 17,864.05 | 33,610.25 | 118,797.01 | 154,820.42 |
| | 8 | 1 | 47.80 | 67.58 | 100.00 | 100.00 | 41 | 32 | 719.39 | 178.17 | 87,158.13 | 41,659.13 | 58,898.89 | 87,158.13 | 87,158.13 |
| | 9 | 1 | 15.91 | 25.72 | 75.37 | 99.57 | 41 | 32 | 719.39 | 173.03 | 84,643.72 | 13,467.17 | 21,769.77 | 63,798.98 | 84,278.41 |
| | 10 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 43 | 84 | 464.25 | 171.70 | 12,753.88 | 12,753.88 | 12,753.88 | 12,753.88 | 12,753.88 |
| | 11 | 1 | 55.65 | 78.07 | 100.00 | 100.00 | 37 | 41 | 593.27 | 181.41 | 63,498.82 | 35,338.57 | 49,571.62 | 63,498.82 | 63,498.82 |
| | 12 | 1 | 60.86 | 85.06 | 100.00 | 100.00 | 38 | 41 | 593.27 | 170.05 | 59,522.48 | 36,227.29 | 50,630.42 | 59,522.48 | 59,522.48 |
| | 13 | 1 | 22.29 | 34.01 | 89.06 | 100.00 | 40 | 41 | 593.27 | 171.55 | 60,047.53 | 13,383.47 | 20,421.25 | 53,479.19 | 60,047.53 |
| | 14 | 1 | 50.82 | 71.61 | 100.00 | 100.00 | 40 | 41 | 593.27 | 166.50 | 58,279.88 | 29,618.06 | 41,732.12 | 58,279.88 | 58,279.88 |
| | 15 | 1 | 5.91 | 12.60 | 49.30 | 64.39 | 40 | 21 | 746.45 | 171.00 | 100,837.93 | 5,958.33 | 12,704.51 | 49,713.34 | 64,927.05 |
| | 16 | 1 | 16.54 | 26.54 | 76.79 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 168.75 | 86,191.91 | 14,255.39 | 22,871.86 | 66,189.69 | 86,191.91 |
| | 17 | 1 | 16.54 | 26.54 | 76.79 | 100.00 | 42 | 44 | 593.27 | 171.56 | 56,997.58 | 9,426.90 | 15,124.86 | 43,770.37 | 56,997.58 |
| | 18 | 1 | 12.02 | 20.66 | 66.15 | 86.53 | 37 | 41 | 593.27 | 168.75 | 59,067.44 | 7,100.83 | 12,204.42 | 39,072.32 | 51,112.21 |
| | 19 | 1 | 13.04 | 21.99 | 68.65 | 90.00 | 37 | 29 | 719.39 | 166.98 | 85,287.86 | 11,124.76 | 18,757.31 | 58,554.28 | 76,759.41 |
| | 20 | 1 | 14.14 | 23.41 | 71.27 | 93.67 | 42 | 32 | 719.39 | 170.91 | 83,606.64 | 11,818.76 | 19,575.42 | 59,582.82 | 78,314.69 |
| | 21 | 1 | 43.54 | 61.92 | 100.00 | 100.00 | 37 | 29 | 719.39 | 167.78 | 85,696.47 | 37,313.85 | 53,065.92 | 85,696.47 | 85,696.47 |
| | 22 | 2 | 6.48 | 13.36 | 51.07 | 66.64 | 26 | 15 | 827.61 | 324.72 | 228,430.29 | 14,793.17 | 30,528.78 | 116,665.26 | 152,224.61 |
| | 23 | 2 | 12.78 | 21.65 | 68.02 | 89.11 | 29 | 15 | 827.61 | 280.00 | 196,971.18 | 25,176.29 | 42,647.92 | 133,976.71 | 175,530.12 |

29

29A

30

| Manzana | Lote | Número de Pisos | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Antigüedad en años | Depreciación "P" (%) | Valor Unitario de la Edificación "VUE" por m ² (\$/. /m ²) | Área Total Techada Construida "AT" (m ²) | Valor de la Edificación Construida (\$): VE = AT x VUE x (1 - P/100) | Pérdidas Económicas según Tipo de Escenario de Sismo | | | |
|---------|------|-----------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|---|--|--|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) |
| | | | 1 | 2 | 11.22 | 18.59 | | | | | | 63.27 | 82.26 | 22 | 12 |
| 1A | 2 | 8.36 | 15.19 | 55.05 | 72.29 | 25 | 12 | 827.61 | 180.00 | S/ 131,093.42 | S/ 10,962.55 | S/ 19,914.96 | S/ 72,169.31 | S/ 94,768.45 | |
| 2 | 1 | 68.79 | 74.62 | 100.00 | 100.00 | 41 | 32 | 719.39 | 103.97 | S/ 50,860.59 | S/ 34,986.18 | S/ 37,951.10 | S/ 50,860.59 | S/ 50,860.59 | |
| 2A | 2 | 28.27 | 34.58 | 100.00 | 100.00 | 28 | 15 | 827.61 | 207.94 | S/ 146,279.24 | S/ 38,420.76 | S/ 50,578.26 | S/ 146,279.24 | S/ 146,279.24 | |
| 3 | 2 | 36.59 | 44.66 | 100.00 | 100.00 | 27 | 23 | 746.45 | 301.10 | S/ 173,062.19 | S/ 63,317.79 | S/ 77,288.75 | S/ 173,062.19 | S/ 173,062.19 | |
| 4 | 1 | 73.16 | 78.61 | 100.00 | 100.00 | 49 | 35 | 719.39 | 180.00 | S/ 84,168.63 | S/ 61,577.94 | S/ 66,167.49 | S/ 84,168.63 | S/ 84,168.63 | |
| 5-6 | 1 | 19.59 | 27.75 | 85.78 | 100.00 | 39 | 29 | 719.39 | 325.90 | S/ 166,458.93 | S/ 32,602.13 | S/ 46,195.24 | S/ 142,781.80 | S/ 166,458.93 | |
| 7 | 1 | 48.53 | 55.94 | 100.00 | 100.00 | 41 | 44 | 593.27 | 259.91 | S/ 86,350.21 | S/ 41,905.54 | S/ 48,300.37 | S/ 86,350.21 | S/ 86,350.21 | |
| 8 | 1 | 98.80 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 42 | 44 | 593.27 | 206.86 | S/ 68,725.35 | S/ 67,900.98 | S/ 68,725.35 | S/ 68,725.35 | S/ 68,725.35 | |
| 9 | 1 | 43.99 | 51.68 | 100.00 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 204.30 | S/ 99,940.54 | S/ 43,959.48 | S/ 51,648.66 | S/ 99,940.54 | S/ 99,940.54 | |
| 10 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 44 | 84 | 464.25 | 210.13 | S/ 15,608.46 | S/ 15,608.46 | S/ 15,608.46 | S/ 15,608.46 | S/ 15,608.46 | |
| 11 | 1 | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 209.86 | S/ 102,660.41 | S/ 29,997.33 | S/ 38,506.59 | S/ 102,660.41 | S/ 102,660.41 | |
| 12 | 1 | 27.22 | 35.53 | 100.00 | 100.00 | 39 | 29 | 719.39 | 150.45 | S/ 76,844.88 | S/ 20,917.98 | S/ 27,302.84 | S/ 76,844.88 | S/ 76,844.88 | |
| 13 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 48 | 87 | 464.25 | 207.46 | S/ 12,520.73 | S/ 12,520.73 | S/ 12,520.73 | S/ 12,520.73 | S/ 12,520.73 | |
| 14 | 1 | 45.46 | 53.06 | 100.00 | 100.00 | 37 | 41 | 593.27 | 260.00 | S/ 91,007.62 | S/ 41,370.55 | S/ 48,291.02 | S/ 91,007.62 | S/ 91,007.62 | |
| 15 | 1 | 43.99 | 51.68 | 100.00 | 100.00 | 38 | 29 | 719.39 | 208.00 | S/ 106,239.52 | S/ 46,730.12 | S/ 54,903.94 | S/ 106,239.52 | S/ 106,239.52 | |
| 16 | 1 | 17.49 | 25.53 | 80.23 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 208.00 | S/ 106,239.52 | S/ 18,577.45 | S/ 27,126.10 | S/ 85,240.63 | S/ 106,239.52 | |
| 17 | 2 | 39.14 | 47.10 | 100.00 | 100.00 | 32 | 26 | 746.45 | 416.00 | S/ 229,787.17 | S/ 89,950.07 | S/ 108,233.57 | S/ 229,787.17 | S/ 229,787.17 | |
| 18 | 1 | 33.59 | 41.77 | 100.00 | 100.00 | 43 | 44 | 593.27 | 176.00 | S/ 58,472.69 | S/ 19,639.87 | S/ 24,425.44 | S/ 58,472.69 | S/ 58,472.69 | |
| 19 | 1 | 21.90 | 30.15 | 91.85 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 208.00 | S/ 101,750.52 | S/ 22,281.60 | S/ 30,678.52 | S/ 93,455.47 | S/ 101,750.52 | |
| 20 | 1 | 15.59 | 23.49 | 75.18 | 96.23 | 38 | 41 | 593.27 | 206.00 | S/ 72,106.04 | S/ 11,239.96 | S/ 16,935.52 | S/ 54,211.44 | S/ 69,385.31 | |
| 21 | 1 | 29.22 | 37.51 | 100.00 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 203.13 | S/ 103,752.08 | S/ 30,316.32 | S/ 38,916.06 | S/ 103,752.08 | S/ 103,752.08 | |
| 22 | 1 | 38.49 | 46.48 | 100.00 | 100.00 | 39 | 41 | 593.27 | 160.00 | S/ 56,004.69 | S/ 21,557.15 | S/ 26,030.81 | S/ 56,004.69 | S/ 56,004.69 | |
| 23 | 1 | 45.46 | 53.06 | 100.00 | 100.00 | 37 | 29 | 719.39 | 207.50 | S/ 105,984.13 | S/ 48,178.63 | S/ 56,237.95 | S/ 105,984.13 | S/ 105,984.13 | |
| 24 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 45 | 84 | 464.25 | 142.80 | S/ 10,607.18 | S/ 10,607.18 | S/ 10,607.18 | S/ 10,607.18 | S/ 10,607.18 | |
| 25 | 1 | 31.34 | 39.59 | 100.00 | 100.00 | 37 | 29 | 719.39 | 202.50 | S/ 103,430.30 | S/ 32,415.38 | S/ 40,945.86 | S/ 103,430.30 | S/ 103,430.30 | |
| 26 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 48 | 87 | 464.25 | 150.00 | S/ 9,052.88 | S/ 9,052.88 | S/ 9,052.88 | S/ 9,052.88 | S/ 9,052.88 | |
| 1 | 1 | 28.27 | 34.58 | 100.00 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 259.25 | S/ 126,821.26 | S/ 33,310.05 | S/ 43,850.37 | S/ 126,821.26 | S/ 126,821.26 | |
| 2 | 1 | 64.64 | 70.82 | 100.00 | 100.00 | 39 | 29 | 719.39 | 180.00 | S/ 91,938.04 | S/ 59,431.72 | S/ 65,111.87 | S/ 91,938.04 | S/ 91,938.04 | |
| 3 | 1 | 23.57 | 31.85 | 96.21 | 100.00 | 37 | 29 | 719.39 | 175.00 | S/ 89,384.21 | S/ 21,063.67 | S/ 28,473.18 | S/ 89,384.21 | S/ 89,384.21 | |
| 4 | 1 | 77.77 | 82.82 | 100.00 | 100.00 | 39 | 29 | 719.39 | 142.50 | S/ 72,784.28 | S/ 56,603.77 | S/ 60,277.97 | S/ 72,784.28 | S/ 72,784.28 | |
| 5 | 1 | 27.22 | 35.53 | 100.00 | 100.00 | 38 | 29 | 719.39 | 190.00 | S/ 97,045.71 | S/ 26,416.86 | S/ 34,480.16 | S/ 97,045.71 | S/ 97,045.71 | |
| 6 | 1 | 25.34 | 33.65 | 100.00 | 100.00 | 41 | 32 | 719.39 | 180.00 | S/ 88,053.34 | S/ 22,310.89 | S/ 29,626.94 | S/ 88,053.34 | S/ 88,053.34 | |
| 7 | 1 | 12.35 | 19.89 | 66.43 | 86.01 | 40 | 29 | 719.39 | 260.00 | S/ 132,799.39 | S/ 16,406.73 | S/ 26,419.26 | S/ 88,213.80 | S/ 114,219.46 | |
| 8 | 1 | 7.27 | 13.82 | 51.68 | 68.12 | 39 | 21 | 746.45 | 211.24 | S/ 124,567.28 | S/ 9,060.12 | S/ 17,219.82 | S/ 64,382.26 | S/ 84,856.58 | |
| 9 | 2 | 21.90 | 30.15 | 91.85 | 100.00 | 26 | 15 | 827.61 | 300.00 | S/ 211,040.55 | S/ 46,214.23 | S/ 63,630.26 | S/ 193,835.81 | S/ 211,040.55 | |
| 10 | 2 | 24.00 | 32.29 | 97.35 | 100.00 | 23 | 12 | 827.61 | 320.00 | S/ 233,054.98 | S/ 55,929.43 | S/ 75,263.71 | S/ 226,869.68 | S/ 233,054.98 | |
| 11 | 1 | 11.89 | 19.36 | 65.13 | 84.47 | 33 | 18 | 746.45 | 201.25 | S/ 123,182.91 | S/ 14,640.38 | S/ 23,846.90 | S/ 80,230.70 | S/ 104,056.97 | |
| 12 | 1 | 27.22 | 35.53 | 100.00 | 100.00 | 42 | 44 | 593.27 | 202.50 | S/ 67,276.82 | S/ 18,313.45 | S/ 23,903.33 | S/ 67,276.82 | S/ 67,276.82 | |
| 13 | 2 | 20.33 | 28.53 | 87.74 | 100.00 | 21 | 12 | 827.61 | 200.00 | S/ 145,659.36 | S/ 29,615.75 | S/ 41,557.99 | S/ 127,799.79 | S/ 145,659.36 | |
| 14 | 1 | 80.17 | 85.00 | 100.00 | 100.00 | 49 | 87 | 464.25 | 250.00 | S/ 15,088.13 | S/ 12,095.56 | S/ 12,825.10 | S/ 15,088.13 | S/ 15,088.13 | |
| 15 | 1 | 21.90 | 30.15 | 91.85 | 100.00 | 37 | 29 | 719.39 | 200.00 | S/ 102,153.38 | S/ 22,369.82 | S/ 30,799.99 | S/ 93,825.49 | S/ 102,153.38 | |
| 16 | 1 | 8.97 | 15.93 | 56.84 | 74.49 | 38 | 21 | 746.45 | 201.25 | S/ 118,676.22 | S/ 67,458.94 | S/ 18,902.94 | S/ 67,458.94 | S/ 88,397.05 | |
| 17 | 1 | 10.01 | 17.18 | 59.86 | 78.15 | 42 | 24 | 746.45 | 201.25 | S/ 114,169.53 | S/ 11,425.80 | S/ 19,609.51 | S/ 68,341.03 | S/ 89,227.95 | |
| 18 | 1 | 35.97 | 44.07 | 100.00 | 100.00 | 41 | 32 | 719.39 | 200.00 | S/ 97,837.04 | S/ 35,191.65 | S/ 43,114.53 | S/ 97,837.04 | S/ 97,837.04 | |
| 19 | 1 | 31.34 | 39.59 | 100.00 | 100.00 | 42 | 44 | 593.27 | 200.00 | S/ 66,446.24 | S/ 20,824.46 | S/ 26,304.66 | S/ 66,446.24 | S/ 66,446.24 | |
| 20 | 1 | 34.76 | 42.91 | 100.00 | 100.00 | 39 | 41 | 593.27 | 250.00 | S/ 87,507.33 | S/ 30,419.08 | S/ 37,545.75 | S/ 87,507.33 | S/ 87,507.33 | |
| 21 | 1 | 48.97 | 54.48 | 100.00 | 100.00 | 41 | 44 | 593.27 | 201.25 | S/ 66,861.53 | S/ 31,406.67 | S/ 36,426.81 | S/ 66,861.53 | S/ 66,861.53 | |
| 22 | 2 | 78.96 | 83.90 | 100.00 | 100.00 | 34 | 26 | 746.45 | 360.00 | S/ 198,854.28 | S/ 157,014.95 | S/ 166,843.35 | S/ 198,854.28 | S/ 198,854.28 | |
| 23 | 1 | 60.71 | 67.21 | 100.00 | 100.00 | 38 | 41 | 593.27 | 200.00 | S/ 70,005.86 | S/ 42,503.73 | S/ 47,053.47 | S/ 70,005.86 | S/ 70,005.86 | |
| 24 | 1 | 64.64 | 70.82 | 100.00 | 100.00 | 48 | 47 | 593.27 | 176.00 | S/ 55,340.23 | S/ 35,773.71 | S/ 39,192.76 | S/ 55,340.23 | S/ 55,340.23 | |
| 25 | 1 | 56.99 | 63.78 | 100.00 | 100.00 | 42 | 44 | 593.27 | 201.25 | S/ 66,861.53 | S/ 38,106.03 | S/ 42,647.42 | S/ 66,861.53 | S/ 66,861.53 | |
| 26 | 1 | 60.71 | 67.21 | 100.00 | 100.00 | 37 | 41 | 593.27 | 202.49 | S/ 70,877.43 | S/ 43,032.90 | S/ 47,639.29 | S/ 70,877.43 | S/ 70,877.43 | |

31

32

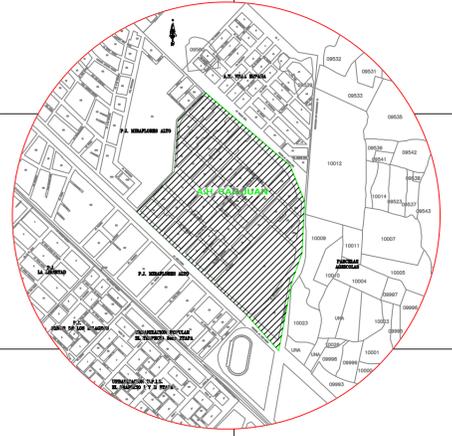
| Manzana | Lote | Número de Pisos | % Índice de Daño (ID) según Tipo de Escenario de Sismo | | | | Antigüedad en años | Depreciación "P" (%) | Valor Unitario de la Edificación "VUE" por m ² (S./ m ²) | Área Total Techada Construida "AT" (m ²) | Valor de la Edificación Construida (S): VE = AT x VUE x (1 - P/100) | Pérdidas Económicas según Tipo de Escenario de Sismo | | | | | | | |
|---------|------|-----------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|---|--|---|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------|----------------------|-----------|-----------------------|
| | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | | | | | | SISMO FRECUENTE (Tr = 45 años) | SISMO OCASIONAL (Tr = 75 años) | SISMO RARO (Tr = 475 años) | SISMO MUY RARO (Tr = 970 años) | | | | |
| | 1 | 1 | 80.17 | 85.00 | 100.00 | 100.00 | 44 | 84 | 464.25 | 250.00 | S/ 18,570.00 | S/ 14,886.84 | S/ 15,784.74 | S/ 18,570.00 | S/ 18,570.00 | | | | |
| | 2 | 1 | 98.80 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 41 | 44 | 593.27 | 155.00 | S/ 51,495.84 | S/ 50,878.14 | S/ 51,495.84 | S/ 51,495.84 | S/ 51,495.84 | | | | |
| | 3 | 1 | 17.49 | 25.53 | 80.23 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 180.00 | S/ 91,938.04 | S/ 16,076.64 | S/ 23,474.51 | S/ 73,765.93 | S/ 91,938.04 | | | | |
| | 4 | 1 | 43.99 | 51.68 | 100.00 | 100.00 | 37 | 29 | 719.39 | 165.00 | S/ 84,276.54 | S/ 37,069.57 | S/ 43,553.61 | S/ 84,276.54 | S/ 84,276.54 | | | | |
| | 5 | 3 | 74.29 | 79.64 | 100.00 | 100.00 | 23 | 20 | 827.61 | 510.00 | S/ 337,664.88 | S/ 250,850.55 | S/ 268,929.96 | S/ 337,664.88 | S/ 337,664.88 | | | | |
| | 6 | 1 | 53.47 | 60.53 | 100.00 | 100.00 | 37 | 29 | 719.39 | 145.00 | S/ 74,061.20 | S/ 39,598.67 | S/ 44,825.85 | S/ 74,061.20 | S/ 74,061.20 | | | | |
| | 7 | 2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 33 | 78 | 668.08 | 400.00 | S/ 58,791.04 | S/ 58,791.04 | S/ 58,791.04 | S/ 58,791.04 | S/ 58,791.04 | | | | |
| | 8 | 1 | 87.74 | 91.90 | 100.00 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 180.00 | S/ 91,938.04 | S/ 80,669.01 | S/ 84,488.82 | S/ 91,938.04 | S/ 91,938.04 | | | | |
| | 9 | 2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 22 | 32 | 719.39 | 340.00 | S/ 166,322.97 | S/ 166,322.97 | S/ 166,322.97 | S/ 166,322.97 | S/ 166,322.97 | | | | |
| | 10 | 1 | 46.97 | 54.48 | 100.00 | 100.00 | 39 | 41 | 593.27 | 200.00 | S/ 70,005.86 | S/ 32,883.64 | S/ 38,139.87 | S/ 70,005.86 | S/ 70,005.86 | | | | |
| | 11 | 1 | 31.34 | 39.59 | 100.00 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 173.60 | S/ 84,922.55 | S/ 26,615.00 | S/ 33,619.04 | S/ 84,922.55 | S/ 84,922.55 | | | | |
| | 12 | 1 | 33.59 | 41.77 | 100.00 | 100.00 | 37 | 41 | 593.27 | 180.00 | S/ 63,005.27 | S/ 21,162.28 | S/ 26,318.81 | S/ 63,005.27 | S/ 63,005.27 | | | | |
| | 13 | 2 | 36.59 | 44.66 | 100.00 | 100.00 | 32 | 26 | 746.45 | 350.00 | S/ 193,330.55 | S/ 70,733.32 | S/ 86,340.50 | S/ 193,330.55 | S/ 193,330.55 | | | | |
| | 14 | 1 | 42.55 | 50.33 | 100.00 | 100.00 | 39 | 29 | 719.39 | 260.00 | S/ 132,799.39 | S/ 56,510.90 | S/ 66,838.45 | S/ 132,799.39 | S/ 132,799.39 | | | | |
| | 15 | 1 | 56.99 | 63.78 | 100.00 | 100.00 | 37 | 29 | 719.39 | 208.00 | S/ 106,239.52 | S/ 60,548.51 | S/ 67,764.55 | S/ 106,239.52 | S/ 106,239.52 | | | | |
| | 16 | 1 | 98.80 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 44 | 84 | 464.25 | 208.00 | S/ 15,450.24 | S/ 15,264.91 | S/ 15,450.24 | S/ 15,450.24 | S/ 15,450.24 | | | | |
| | 17 | 1 | 25.34 | 33.65 | 100.00 | 100.00 | 39 | 41 | 593.27 | 208.00 | S/ 72,806.09 | S/ 18,447.56 | S/ 24,496.77 | S/ 72,806.09 | S/ 72,806.09 | | | | |
| | 18 | 1 | 50.13 | 57.43 | 100.00 | 100.00 | 42 | 44 | 593.27 | 208.00 | S/ 69,104.09 | S/ 34,642.23 | S/ 39,684.39 | S/ 69,104.09 | S/ 69,104.09 | | | | |
| | 19 | 1 | 33.59 | 41.77 | 100.00 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 208.00 | S/ 106,239.52 | S/ 35,683.84 | S/ 44,378.79 | S/ 106,239.52 | S/ 106,239.52 | | | | |
| | 20 | 2 | 8.97 | 15.93 | 56.84 | 74.49 | 21 | 12 | 827.61 | 400.00 | S/ 291,318.72 | S/ 26,118.23 | S/ 46,401.71 | S/ 165,591.68 | S/ 216,991.37 | | | | |
| | 21 | 1 | 9.13 | 16.12 | 57.32 | 75.07 | 40 | 21 | 746.45 | 200.00 | S/ 117,939.10 | S/ 10,765.17 | S/ 19,016.89 | S/ 67,599.62 | S/ 88,532.52 | | | | |
| | 22 | 1 | 38.49 | 46.48 | 100.00 | 100.00 | 37 | 41 | 593.27 | 200.00 | S/ 70,005.86 | S/ 26,946.43 | S/ 32,538.51 | S/ 70,005.86 | S/ 70,005.86 | | | | |
| | 23 | 1 | 87.74 | 91.90 | 100.00 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 200.00 | S/ 97,837.04 | S/ 85,844.95 | S/ 89,909.86 | S/ 97,837.04 | S/ 97,837.04 | | | | |
| | 24 | 2 | 9.47 | 16.53 | 58.30 | 76.26 | 30 | 15 | 827.61 | 360.00 | S/ 253,248.66 | S/ 23,972.35 | S/ 41,864.19 | S/ 147,646.73 | S/ 193,138.67 | | | | |
| | 25 | 1 | 50.13 | 57.43 | 100.00 | 100.00 | 43 | 44 | 593.27 | 200.00 | S/ 66,446.24 | S/ 33,309.84 | S/ 38,158.07 | S/ 66,446.24 | S/ 66,446.24 | | | | |
| | 26 | 1 | 18.16 | 26.25 | 82.03 | 100.00 | 41 | 24 | 746.45 | 198.75 | S/ 112,751.27 | S/ 20,479.29 | S/ 29,600.63 | S/ 92,484.57 | S/ 112,751.27 | | | | |
| | 1 | 1 | 34.76 | 42.91 | 100.00 | 100.00 | 40 | 41 | 593.27 | 257.50 | S/ 90,132.54 | S/ 31,331.65 | S/ 38,672.12 | S/ 90,132.54 | S/ 90,132.54 | | | | |
| | 2 | 2 | 73.16 | 78.61 | 100.00 | 100.00 | 29 | 23 | 746.45 | 360.00 | S/ 206,915.94 | S/ 151,380.12 | S/ 162,662.83 | S/ 206,915.94 | S/ 206,915.94 | | | | |
| | 3 | 1 | 46.97 | 54.48 | 100.00 | 100.00 | 37 | 41 | 593.27 | 204.40 | S/ 71,545.99 | S/ 33,607.08 | S/ 38,978.95 | S/ 71,545.99 | S/ 71,545.99 | | | | |
| | 4 | 1 | 14.43 | 22.22 | 72.07 | 92.63 | 42 | 24 | 746.45 | 202.40 | S/ 114,821.92 | S/ 16,567.67 | S/ 25,509.10 | S/ 82,753.45 | S/ 106,356.98 | | | | |
| | 5 | 1 | 64.64 | 70.82 | 100.00 | 100.00 | 52 | 90 | 464.25 | 201.47 | S/ 9,353.24 | S/ 6,046.24 | S/ 6,624.11 | S/ 9,353.24 | S/ 9,353.24 | | | | |
| | 6 | 1 | 27.22 | 35.53 | 100.00 | 100.00 | 39 | 29 | 719.39 | 200.27 | S/ 102,291.29 | S/ 27,844.76 | S/ 36,343.90 | S/ 102,291.29 | S/ 102,291.29 | | | | |
| | 7 | 1 | 58.83 | 65.48 | 100.00 | 100.00 | 37 | 81 | 464.25 | 250.00 | S/ 22,051.88 | S/ 12,972.74 | S/ 14,438.99 | S/ 22,051.88 | S/ 22,051.88 | | | | |
| | 8 | 1 | 15.29 | 23.16 | 74.39 | 95.31 | 41 | 24 | 746.45 | 165.00 | S/ 93,604.83 | S/ 14,312.65 | S/ 21,681.08 | S/ 69,629.15 | S/ 89,213.50 | | | | |
| | 9 | 1 | 21.90 | 30.15 | 91.85 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 200.00 | S/ 97,837.04 | S/ 21,424.62 | S/ 29,498.58 | S/ 89,861.03 | S/ 97,837.04 | | | | |
| | 10 | 1 | 50.13 | 57.43 | 100.00 | 100.00 | 41 | 32 | 719.39 | 180.00 | S/ 88,053.34 | S/ 44,141.58 | S/ 50,566.38 | S/ 88,053.34 | S/ 88,053.34 | | | | |
| | 11 | 1 | 33.59 | 41.77 | 100.00 | 100.00 | 42 | 32 | 719.39 | 180.00 | S/ 78,269.63 | S/ 26,289.28 | S/ 32,695.10 | S/ 78,269.63 | S/ 78,269.63 | | | | |
| | 12 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 52 | 90 | 464.25 | 200.00 | S/ 9,285.00 | S/ 9,285.00 | S/ 9,285.00 | S/ 9,285.00 | S/ 9,285.00 | | | | |
| | 13 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 50 | 87 | 464.25 | 200.00 | S/ 12,070.50 | S/ 12,070.50 | S/ 12,070.50 | S/ 12,070.50 | S/ 12,070.50 | | | | |
| | 14 | 1 | 75.43 | 80.69 | 100.00 | 100.00 | 49 | 87 | 464.25 | 206.00 | S/ 12,432.62 | S/ 9,378.47 | S/ 10,031.67 | S/ 12,432.62 | S/ 12,432.62 | | | | |
| | 15 | 1 | 38.49 | 46.48 | 100.00 | 100.00 | 41 | 32 | 719.39 | 208.00 | S/ 101,750.52 | S/ 39,165.49 | S/ 47,293.33 | S/ 101,750.52 | S/ 101,750.52 | | | | |
| | 16 | 2 | 15.00 | 22.84 | 73.60 | 94.40 | 32 | 18 | 827.61 | 416.00 | S/ 282,314.32 | S/ 42,341.92 | S/ 64,487.29 | S/ 207,789.49 | S/ 266,512.66 | | | | |
| | 17 | 2 | 21.90 | 30.15 | 91.85 | 100.00 | 32 | 18 | 827.61 | 416.00 | S/ 282,314.32 | S/ 61,821.95 | S/ 85,119.82 | S/ 259,299.10 | S/ 282,314.32 | | | | |
| | 18 | 2 | 18.51 | 26.62 | 82.94 | 100.00 | 27 | 15 | 827.61 | 416.00 | S/ 292,642.90 | S/ 54,168.74 | S/ 77,902.53 | S/ 242,722.68 | S/ 292,642.90 | | | | |
| | 19 | 1 | 13.88 | 21.61 | 70.59 | 90.90 | 39 | 21 | 746.45 | 208.00 | S/ 122,656.66 | S/ 17,025.20 | S/ 26,504.15 | S/ 86,581.92 | S/ 111,496.36 | | | | |
| | 20 | 1 | 15.89 | 23.82 | 75.99 | 97.16 | 37 | 21 | 746.45 | 260.00 | S/ 153,320.83 | S/ 24,364.19 | S/ 36,515.22 | S/ 116,512.02 | S/ 148,962.32 | | | | |
| | 21 | 1 | 34.76 | 42.91 | 100.00 | 100.00 | 41 | 44 | 593.27 | 228.80 | S/ 76,014.50 | S/ 26,423.97 | S/ 32,614.66 | S/ 76,014.50 | S/ 76,014.50 | | | | |
| | 22 | 1 | 33.59 | 41.77 | 100.00 | 100.00 | 40 | 29 | 719.39 | 142.50 | S/ 72,784.28 | S/ 24,446.86 | S/ 30,403.74 | S/ 72,784.28 | S/ 72,784.28 | | | | |
| | 23 | 2 | 54.33 | 61.32 | 100.00 | 100.00 | 31 | 26 | 746.45 | 234.00 | S/ 129,255.28 | S/ 70,225.38 | S/ 79,265.57 | S/ 129,255.28 | S/ 129,255.28 | | | | |
| | 24 | 1 | 73.16 | 78.61 | 100.00 | 100.00 | 35 | 26 | 719.39 | 160.00 | S/ 85,175.78 | S/ 62,314.77 | S/ 66,959.23 | S/ 85,175.78 | S/ 85,175.78 | | | | |
| | 25 | 1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 52 | 90 | 464.25 | 182.50 | S/ 8,472.56 | S/ 8,472.56 | S/ 8,472.56 | S/ 8,472.56 | S/ 8,472.56 | | | | |
| | 26 | 1 | 82.63 | 87.24 | 100.00 | 100.00 | 39 | 29 | 719.39 | 155.50 | S/ 79,424.25 | S/ 65,625.35 | S/ 69,291.06 | S/ 79,424.25 | S/ 79,424.25 | | | | |
| | | | | | | | | | TOTAL | S/ | 120,297,547.45 | S/ | 34,214,691.81 | S/ | 43,946,207.97 | S/ | 99,214,784.70 | S/ | 111,433,212.34 |

33

34

ANEXO 9

***PLANOS DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA,
NIVEL DE VULNERABILIDAD Y RIESGO
SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES EN EL P.J.
SAN JUAN, CHIMBOTE***



| SIMBOLOGIA | |
|------------|----------|
| | CALICATA |
| | DPL |

| ZONAS | TIPO DE SUELO (E.030) | PGA(g)(Tr=475años) |
|---------|--|--------------------|
| ZONA I | S3= Suelos Blandos Arenas mal graduadas (SP) en condición in-situ suelto y saturado Napa freática de 1.10 a 2.20 de profundidad. -Qadm=1.13kg/cm2 | 0.49 |
| ZONA II | S2= Suelos Intermedios Arenas mal graduadas (SP) en condición in-situ semicompacto y ligeramente húmedo. -Qadm=1.57kg/cm2 | 0.47 |

 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN-CHIMBOTE-2022"

PLANO: MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA- GEOTECNICA DEL PUEBLO JOVEN SAN JUAN-CHIMBOTE

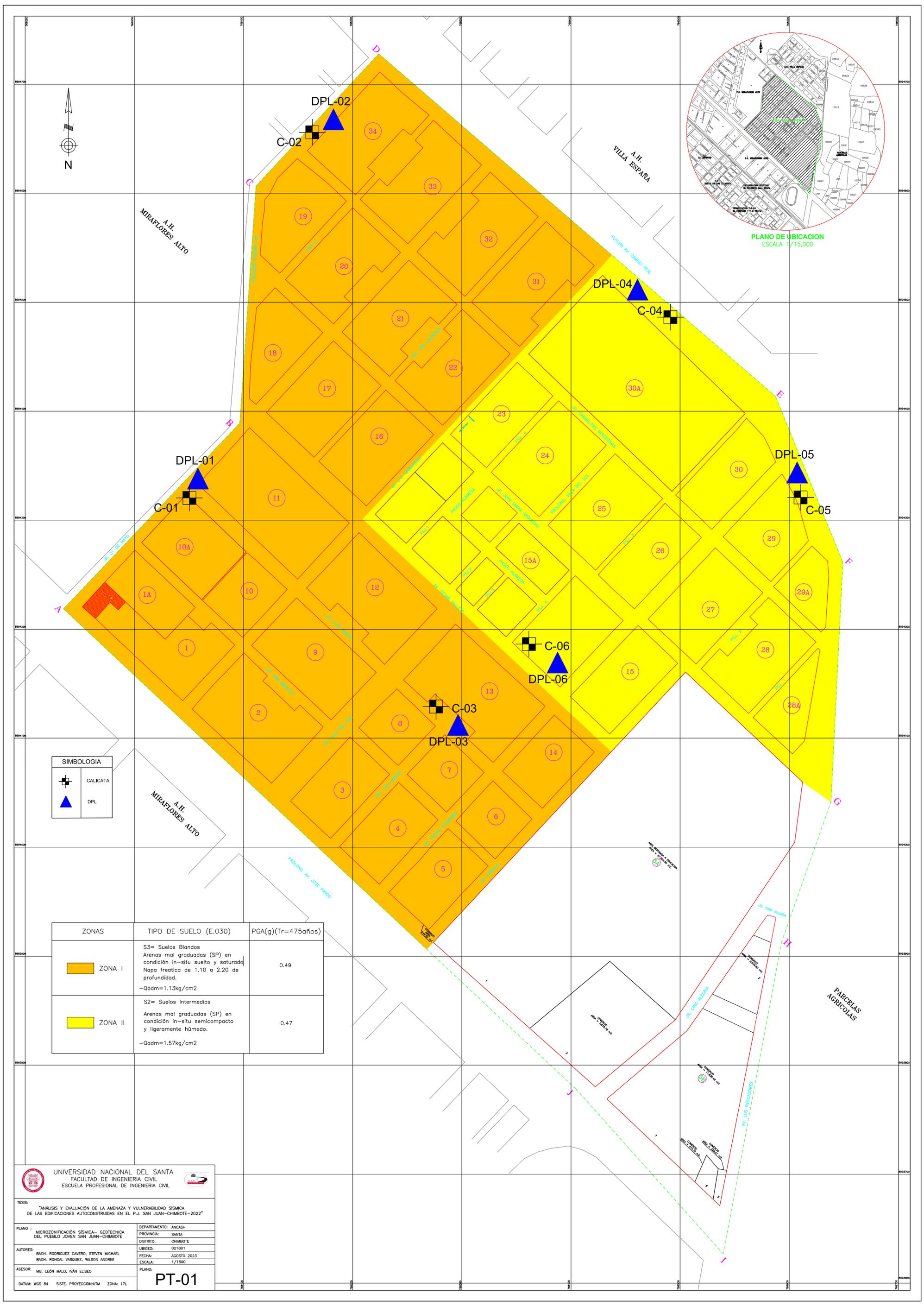
| | |
|---------------|-------------|
| DEPARTAMENTO: | ANCASH |
| PROVINCIA: | SANTA |
| DISTRITO: | CHIMBOTE |
| UBIGEO: | 021801 |
| FECHA: | AGOSTO 2023 |
| ESCALA: | 1/1500 |

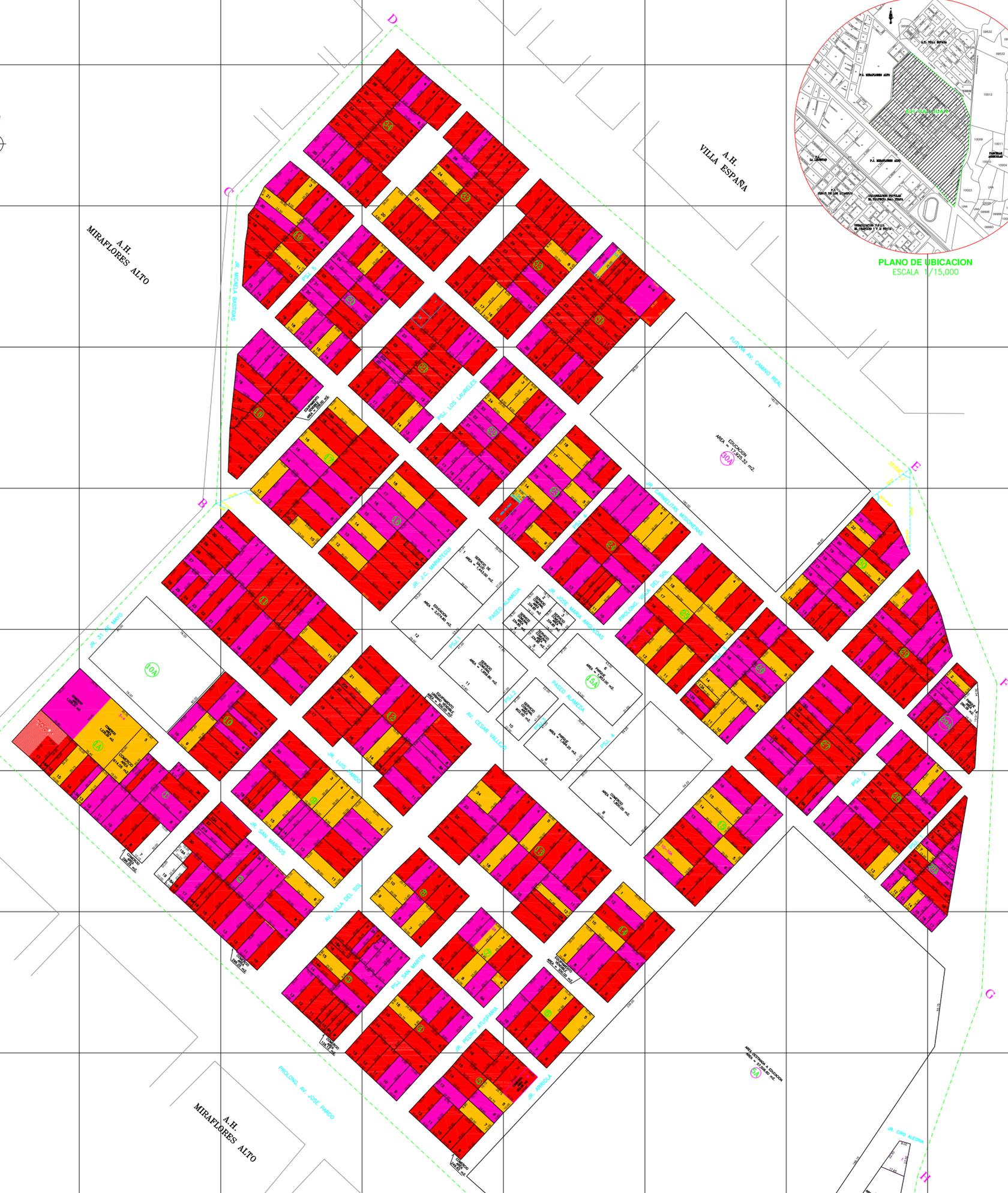
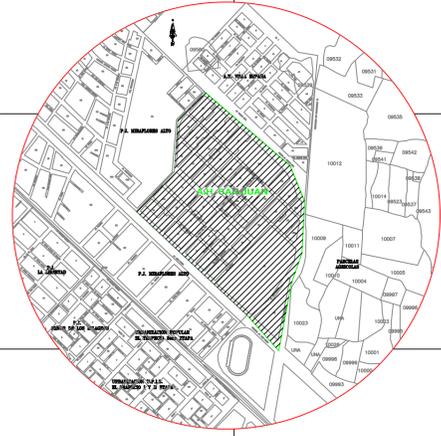
AUTORES:
BACH. RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL
BACH. RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE

ASESOR:
MG. LEÓN MALO, IVÁN ELISEO

DATUM: WGS 84 SISTE. PROYECCIÓN: UTM ZONA: 17L

PT-01





| LEYENDA | |
|---------|-------------------|
| | DAÑO LIGERO |
| | DAÑO MODERADO |
| | DAÑO CONSIDERABLE |
| | DAÑO FUERTE |
| | DAÑO SEVERO |
| | COLAPSO TOTAL |
| | SIN CONSTRUIR |

| | | |
|--|--|--|
| | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL | |
| TESIS: "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J. SAN JUAN-CHIMBOTE-2022" | | |
| PLANO: "CLASIFICACIÓN DE MANZANAS Y LOTES POR NIVEL DE RIESGO SÍSMICO-SÍSMO RARO" | DEPARTAMENTO: ANCASH | |
| | PROVINCIA: SANTA | |
| | DISTRITO: CHIMBOTE | |
| | UBIGEO: 021801 | |
| AUTORES: BACH. RODRIGUEZ CAVERO, STEVEN MICHAEL BACH. RONCAL VASQUEZ, WILSON ANDREE | FECHA: AGOSTO 2023 | |
| | ESCALA: 1/1500 | |
| ASESOR: MG. LEÓN MALO, IVÁN ELISEO | PLANO: PTL-05 | |
| DATUM: WGS 84 SISTE. PROYECCIÓN: UTM ZONA: 17L | | |

