

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



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**“UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN COMO
MATERIAL ALTERNATIVO EN EDIFICACIONES DE
VIVIENDAS SOSTENIBLES EN NUEVO CHIMBOTE”**

AUTORES:

Bach. José Luis David ALVA CALDERÓN.

Bach. Khenggie Bryan QUESQUÉN CARRERA.

ASESOR:

Ms. Ing. Abner Itamar LEÓN BOBADILLA.

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE
CONSTRUCCIÓN COMO MATERIAL
ALTERNATIVO EN EDIFICACIONES
SOSTENIBLES EN NUEVO CHIMBOTE”**

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

REVISADO POR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Abner Itamar León Bobadilla', is written over a horizontal line.

Ms. Abner Itamar León Bobadilla
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE
CONSTRUCCIÓN COMO MATERIAL
ALTERNATIVO EN EDIFICACIONES
SOSTENIBLES EN NUEVO CHIMBOTE”**

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

JURADO EVALUADOR DE TESIS:

Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz
PRESIDENTE

Ms. Luz Esther Álvarez Asto
SECRETARIA

Ms. Abner Itamar León Bobadilla
INTEGRANTE

INFORME DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

1. APELLIDOS Y NOMBRES:	ALVA CALDERÓN JOSÉ LUIS DAVID QUESQUÉN CARRERA KHENGGIE BRYAN
2. TÍTULO DE TESIS:	UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIAL ALTERNATIVO EN EDIFICACIONES DE VIVIENDAS SOSTENIBLES EN NUEVO CHIMBOTE
3. EVALUACIÓN DEL CONTENIDO:	EN EL PRESENTE INFORME FINAL DE TESIS, SE HA PROPUESTO UTILIZAR LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN QUE SON SEGREGADOS COMO PRODUCTO DE LAS DEMOLICIONES Y ESCOMBROS, PROPIOS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO, COMO RESIDUOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE, A FIN DE QUE ESTO SIGNIFIQUE UN MÉTODO ALTERNATIVO TANTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS, COMO PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
4. OBSERVACIONES:	<u>NINGUNA</u>
5. CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN:	APROBADO
	Fecha: <u>Nuevo Chimbote, 14 de diciembre de 2020</u>
 _____ Ms. Abner Itamar León Bobadilla Asesor	



FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- EPIC -

"Año del bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 05 días del mes de febrero del año dos mil veintiuno, siendo las dos de la tarde, cumpliendo el con la Resolución N° 306-2020-CU-R-UNS (12.06.120) y la Directiva 003-2020-UNSVRAC, sobre la "ADECUACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBTENCIÓN DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES DE PREGRADO DE LA UNS, SE REALICE EN FORMA VIRTUAL; través del aplicativo virtual Zoom, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 283-2020-UNS-CFI, integrado por los docentes Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretario) y Ms. Abner León Bobadilla (Integrante) y en base a la Resolución Decanal N° 039-2021-UNS-FI, se da inicio a la sustentación de la Tesis titulada: "UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIAL ALTERNATIVO EN EDIFICACIONES DE VIVIENDAS SOSTENIBLES EN NUEVO CHIMBOTE" presentado por los Bachilleres QUESQUEN CARRERA KHENGGIE BRYAN y ALVA CALDERÓN JOSÉ LUIS DAVID, quienes fueron asesorados por el Ms. Abner Itamar León Bobadilla, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 806-2018-UNS-FI.

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
ALVA CALDERÓN JOSÉ LUIS DAVID	16	BUENO

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

Nuevo Chimbote, 05 de febrero de 2021.

Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Presidente

Ms. Luz Esther Álvarez Asto
Secretario

Ms. Abner Itamar León Bobadilla
Integrante



FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- EPIC -

"Año del bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 05 días del mes de febrero del año dos mil veintiuno, siendo las dos de la tarde, cumpliendo el con la Resolución N° 306-2020-CU-R-UNS (12.06.120) y la Directiva 003-2020-UNSVRAC, sobre la "ADECUACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBTENCIÓN DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES DE PREGRADO DE LA UNS, SE REALICE EN FORMA VIRTUAL; través del aplicativo virtual Zoom, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 283-2020-UNS-CFI, integrado por los docentes Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretario) y Ms. Abner León Bobadilla (Integrante) y en base a la Resolución Decanal N° 039-2021-UNS-FI, se da inicio a la sustentación de la Tesis titulada: "UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIAL ALTERNATIVO EN EDIFICACIONES DE VIVIENDAS SOSTENIBLES EN NUEVO CHIMBOTE" presentado por los Bachilleres QUESQUEN CARRERA KHENGGIE BRYAN y ALVA CALDERÓN JOSÉ LUIS DAVID, quienes fueron asesorados por el Ms. Abner Itamar León Bobadilla, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 806-2018-UNS-FI.

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
QUESQUEN CARRERA KHENGGIE BRYAN	16	BUENO

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

Nuevo Chimbote, 05 de febrero de 2021.


Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Presidente


Ms. Luz Esther Álvarez Asto
Secretario


Ms. Abner Itamar León Bobadilla
Integrante

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo y la fortaleza espiritual para seguir superándome día a día.

A mi mamá la mujer más maravillosa, por ser única, por ser un ejemplo a seguir y apoyarme incondicionalmente en todos mis proyectos y metas.

A mi Papá, por el apoyo en los momentos más difíciles y por sus palabras de aliento para seguir adelante en todo momento.

A mis Hermano por su inmenso cariño, muestras de afecto y darme ánimos para alcanzar esta meta tan importante en mi carrera profesional.

ALVA CALDERÓN, José Luis David

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme culminar mis estudios superiores iluminándome y guiándome en cada momento para seguir por el camino correcto y así lograr alcanzar mis metas.

A mi mamá la mujer más maravillosa, por ser única, por ser un ejemplo a seguir y apoyarme incondicionalmente en todos mis proyectos y metas.

Al Ing. por el apoyo en los momentos más difíciles y por sus palabras de aliento para seguir adelante en todo momento.

A mis hermanos por su inmenso cariño, muestras de afecto y darme ánimos para alcanzar esta meta tan importante en mi carrera profesional.

QUESQUÉN CARRERA, Khenggie Bryan

ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xxi
RESUMEN	xxiv
ABSTRACT.....	xxv
I. INTRODUCCIÓN	- 27 -
1.1. Antecedentes	- 29 -
1.1.1. Antecedentes Del Problema.....	- 29 -
1.2. Formulación Del Problema	- 32 -
1.2.1. Problema General	- 32 -
1.2.2. Problema Especifico	- 32 -
1.3. Objetivos.....	- 33 -
1.3.1. Objetivo Principal	- 33 -
1.3.2. Objetivos Específicos	- 33 -
1.4. Justificación	- 34 -
1.5. Limitación.....	- 36 -
1.5.1. Limitación Espacial	- 36 -

1.5.2.Limitación Temporal	- 36 -
1.6.Formulación De La Hipótesis	- 36 -
II. MARCO TEÓRICO	- 38 -
2.1.Antecedentes De La Investigacion	- 38 -
2.1.1.Internacionales	- 38 -
2.1.2.Nacionales.....	- 43 -
2.2.Base Teórica	- 46 -
2.2.1.Industria De La Construcción	- 46 -
2.2.2.Agregados Producto De Residuos De Construcción	- 48 -
2.2.3.Concreto	- 50 -
2.2.3.1.Definición	- 50 -
2.2.3.2.Componentes Del Concreto	- 50 -
2.2.3.1.Aditivos	- 53 -
2.2.3.2.Propiedades Del Concreto Fresco.....	- 54 -
2.2.3.3.Propiedades Del Concreto Endurecido	- 56 -
2.2.3.4.Diseño De Mezcla.....	- 58 -
2.2.3.5.Ensayos Para El Concreto.....	- 72 -
2.2.4.Material De Relleno.....	- 73 -
2.2.4.1.Terraplenes.....	- 73 -
2.2.5.Unidad De Albañilería	- 75 -

2.2.5.1. Clasificación	- 76 -
2.2.5.2. De Acuerdo Al Porcentaje De Huecos	- 77 -
2.2.6. Atributos Físicos Y Mecánicos De Las Unidades De Albañilería.....	- 78 -
2.2.7. Ensayos	- 79 -
2.3. Definición De Términos	- 81 -
2.4. Marco Normativo.....	- 83 -
2.4.1. Residuos De Construcción.....	- 83 -
2.4.2. Agregados	- 86 -
2.4.3. Concreto.....	- 88 -
2.4.3.1. Normas Para El Diseño De Concreto	- 88 -
2.4.3.2. Normas Para Concreto En Estado Fresco	- 88 -
2.4.3.3. Normas Para Concreto En Estado Endurecido	- 88 -
2.4.4. Unidad De Albañilería - Ladrillo.....	- 89 -
2.4.5. Material De Relleno.....	- 90 -
III. MATERIALES Y MÉTODOS	- 93 -
3.1. Tipo De Investigación.....	- 93 -
3.2. Nivel De Investigación	- 93 -
3.3. Unidad De Análisis.....	- 93 -
3.4. Población	- 93 -
3.5. Muestra	- 93 -

3.6. Variables	- 95 -
3.6.1. Variable Dependiente	- 95 -
3.6.2. Variable Independiente	- 95 -
3.6.3. Matriz De Consistencia.....	- 96 -
3.6.4. Operacionalización De Variables	- 98 -
3.7. Instrumentos.....	- 100 -
3.8. Procedimientos.....	- 102 -
3.8.1. Ensayos Ejecutados En Campo.....	- 102 -
3.8.1.1. Levantamiento Topográfico.....	- 102 -
3.8.1.2. Calicatas.....	- 102 -
3.8.2. Ensayos Ejecutados En Laboratorio	- 103 -
-Agregados.....	- 103 -
3.8.2.1. Obtención De Muestras Por Cuarteo (Ntp 339.089 / Astm C702)	- 103 -
3.8.2.2. Análisis Granulométrico De Agregados Gruesos Pétreos Y Reciclados Productos De Los Residuos De Construcción (Ntp 400.012 / Astm C136)	- 104 -
3.8.2.3. Contenido De Humedad De Los Agregados (Ntp 339.185 / Astm D2216)	- 107 -
3.8.2.4. Peso Unitario De Los Agregados (Ntp 400.017 / Astm C29)	- 108 -
3.8.2.5. Peso Específico Y Absorción Del Agregado Fino (Ntp 400.022 / Astm C128) ..	- 109 -
3.8.2.6. Peso Específico Y Absorción Del Agregado Grueso	- 112 -
Concreto.....	- 114 -

3.8.2.7.Pasos En El Diseño De Mezcla Del Concreto	- 114 -
3.8.2.8.Elaboración Y Curado De Los Especímenes De Concreto En El Laboratorio....	- 119 -
3.8.2.9.Resistencia A La Compresión (Ntp 339.034 / Astm C39- 39m)	- 121 -
3.8.2.10.Asentamiento De Las Muestras Cilíndricas (Ntp 339.0359/ Astm C 143)	- 122 -
-Ladrillo	- 123 -
3.8.2.11.Elaboración y Curado De Los Especímenes De Concreto En El Laboratorio...-	123 -
3.8.2.12.Determinar La Variación De Dimensiones Del Ladrillo. (Ntp 399.613)	- 123 -
3.8.2.13.Determinar El Alabeo Del Ladrillo. (Ntp 399.613).....	- 124 -
3.8.2.14.Determinar La Absorción Del Ladrillo. (Ntp 399.613)	- 125 -
3.8.2.15.Determinar La Succión Del Ladrillo. (Ntp 399.613).....	- 126 -
3.8.2.16.Determinar La Resistencia A La Compresión Del Ladrillo.	- 127 -
Material De Relleno.....	- 129 -
3.8.2.17.Determinación Del Contenido De Humedad De Un Suelo (Mtc E 108).....	- 129 -
3.8.2.18.Análisis Granulométrico De Suelos Por Tamizado (Mtc E 107).....	- 130 -
3.8.2.19.Desgaste De Los Ángeles (Mtc E 207).....	- 131 -
3.8.2.20.Limite Liquido De Un Suelo (Mtc E 110).....	- 132 -
3.8.2.21.Limite Plástico De Un Suelo E Índice De Plasticidad (I.P) (Mtc E 111).....-	134 -
3.8.2.22.Ensayo Para Determinar La Densidad Y Peso Unitario Del Suelo Insitu ...	- 135 -
3.8.2.23.Compactación De Suelos En Laboratorio Utilizando Una Energía Modificada (Proctor Modificado) (Mtc E 115)	- 138 -

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	- 143 -
4.1.Resultados De Los Ensayos Realizados A Los Agregados	- 143 -
-Ntp 400.012 / Astm C136 “Análisis Granulométrico Del Agregado Grueso	- 143 -
-Ntp 400.012/AstmC136 Análisis Granulométrico Del Agregado Grueso Reciclado....	- 144 -
-Ntp 400.012 / Astm C136 “Análisis Granulométrico Del Agregado Fino.....	- 145 -
-Ntp 400.012 / Astm C136 “Análisis Granulométrico Del Agregado Fino Reciclado....	- 146 -
-Ntp 400.012 / Astm C136 “Análisis Granulométrico Del Confitillo Reciclado.	- 147 -
-Ntp 400.017/Astm C29Peso Unitario Suelto Y Compactado Del Agregado Grueso. ...	- 148 -
-Ntp 400.017 / Astm C29 Peso Unitario Suelto Y Compactado Del Agregado Grueso Reciclado.....	- 149 -
-Ntp 400.017 /Astm C29 Peso Unitario Suelto Del Agregado Fino.....	- 150 -
-Ntp 400.017 / Astm C29 Peso Unitario Suelto Del Agregado Fino Reciclado.....	- 150 -
-Ntp 400.022 / Astm C128 Peso Especifico Y Absorción Del Agregado Fino Natural Y Reciclado.....	- 151 -
-Ntp 400.021 / Astm C127 - Peso Especifico Y Absorción Del Agregado Grueso Natural Y Reciclado.....	- 152 -
-Ntp 339.185 / Astm D2216 - Contenido De Humedad Del Agregado Grueso	- 153 -
-Ntp339.185/AstmD2216 -Contenido De Humedad Del Agregado Grueso Reciclado...-	- 153 -
-Ntp 339.185 / Astm D2216 - Contenido De Humedad Del Agregado Fino	- 154 -
4.2.Diseño De Mezcla.....	- 156 -
4.2.1.Diseño De Mezcla Con Agregados Naturales	- 156 -

4.2.2.Diseño De Mezcla Con Agregado Grueso Reciclado A140%	159 -
4.2.3.Diseño De Mezcla Con Agregado Grueso Reciclado A150%.....	162 -
4.3.Resultados De Los Ensayos Realizados A Los Testigos De Concreto.....	165 -
-Muestra Patrón.....	165 -
-Muestra R-40% Ag.....	168 -
-Muestra R-50% Ag.....	171 -
4.4.Resultados De Los Ensayos Realizados A Los Ladrillos	177 -
4.4.1.Ntp 399.613 “Ensayo De Variación De Dimensiones”	177 -
4.4.2.Ntp 399.613 “Ensayo De Alabeo”	182 -
4.4.3.Ntp 331.018“Ensayo De Succión	185 -
4.4.4.Ntp 399.613“Ensayo De Absorción”	186 -
4.4.5.Ntp 399.613 Y 339.604 Ensayo De Resistencia A Lacompresión.....	188 -
4.5.Resultados De Los Ensayos Realizados Al Material De Relleno.....	196 -
-Material De Relleno “Puente Chuquicara”.....	196 -
-Material De Relleno Reciclado	202 -
-....Material De Relleno Combinado 50% De Materia Reciclado Y 50% Del Material “Puente Chuquicara”	208 -
-Material De Relleno Combinado 60% De Materia Reciclado Y 40% Del Material “Puente Chuquicara”	215 -
4.6.Análisis E Interpretación De Resultados.	222
-Agregado	222

-Concreto	223
-Ladrillo	225
-Material De Relleno	227
4.7.Discusión	230
V.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	236
5.1.Conclusiones	236
5.2.Recomendaciones	239
VI.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	241
VII.ANEXOS	244
7.1.Anexo 01 - Ensayo De Los Agregados.....	244
7.1.1.Análisis Granulométrico Del Agregado Fino	244
7.1.2.Análisis Granulométrico Del Agregado Grueso	245
7.1.3.Análisis Granulométrico Del Agregado Grueso Reciclado	246
7.1.4.Análisis Granulométrico Del Confitillo Reciclado.....	247
7.1.5.Contenido De Humedad Del Agregado Grueso, Agregado Fino Reciclado Y Confitillo Reciclado (Astm D-2216-80).....	248
7.1.6.Contenido De Humedad del Agregado Grueso Y Agregado Fino	250
7.1.7.Peso Especifico Y Absorción De Los Agregados Naturales	251
7.1.8.Peso Especifico Y Absorción De Los Agregados Reciclados	252
7.1.9.Peso Unitario Suelto Del Agregado Fino Natural Y Reciclado.....	253

7.1.10.Peso Unitario Suelto Y Compactado Del Agregado Grueso Natural Y Reciclado ...	254
7.2.Anexo 02 - Diseño De Mezcla.....	256
7.3.Anexo 03 - Panel Fotográfico	262
7.3.Anexo 04 - Levantamiento Topografico.....	262

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Tamaño De Muestra Del Agregado.....	- 59 -
Tabla 2.Cantidad Mínima De La Muestra De Agregado Grueso O Global.	- 60 -
Tabla 3.Consistencia Y Asentamiento.....	- 69 -
Tabla 4.Asentamientos Recomendados Para Varios Tipos De Construcción.	- 69 -
Tabla 5.Volumen Unitario De Agua Según El Tamaño De Los Agregados.....	- 70 -
Tabla 6.Relación Agua/Cemento Por Resistencia.....	- 70 -
Tabla 7.Volumen Del Agregado Grueso Por Unidad De Volumen De Concreto.....	- 71 -
Tabla 8.Resistencia A La Compresión Del Concreto Mínima	- 72 -
Tabla 9.Requisito Para Ser Material De Relleno.....	- 73 -
Tabla 10 .Ensayos Y Frecuencias.....	- 74 -
Tabla 11.Clase De Unidad De Albañilería Para Fines Estructurales	- 76 -
Tabla 12.Testigos De Concreto De Fc:210 Kg/Cm2.....	- 94 -
Tabla 13.Unidad de albañilería.....	- 94 -
Tabla 14.Matriz De Consistencia	- 96 -
Tabla 15.Operacionalización De Variables	- 98 -
Tabla 16.Limites Granulométricos Del Agregado Fino	- 106 -
Tabla 17.Limites Granulométricos Del Agregado Grueso.....	- 106 -
Tabla 18.Resistencia Requerida	- 114 -
Tabla 19.% Aire Atrapado.....	- 115 -
Tabla 20.Cantidad De Agua En Litros.	- 115 -
Tabla 21.Relación Agua /Cemento.....	- 116 -
Tabla 22.Volumen Del Agregado Grueso	- 117 -
Tabla 23.Tamices Con Su Abertura	- 131 -

Tabla 24. Granulometría Del Agregado Grueso.....	- 143 -
Tabla 25. Granulometría Del Agregado Grueso Reciclado.....	- 144 -
Tabla 26. Granulometría Del Agregado Grueso.....	- 145 -
Tabla 27. Granulometría Del Agregado Fino Reciclado.....	- 146 -
Tabla 28. Granulometría Del Confitillo Reciclado.	- 147 -
Tabla 29. Peso Unitario Suelto Del Agregado Grueso.....	- 148 -
Tabla 30. Peso Unitario Compactado Del Agregado Grueso.....	- 148 -
Tabla 31. Peso Unitario Suelto Del Agregado Grueso Reciclado.....	- 149 -
Tabla 32. Peso Unitario Compactado Del Agregado Grueso Reciclado.....	- 149 -
Tabla 33. Peso Unitario Suelto Del Agregado Fino.	- 150 -
Tabla 34. Peso Unitario Suelto Del Agregado Fino Reciclado.	- 150 -
Tabla 35. Peso Específico - Absorción Del Agregado Fino.....	- 151 -
Tabla 36. Peso Específico - Absorción Del Agregado Fino Reciclado.....	- 151 -
Tabla 37. Peso Específico - Absorción Del Agregado Grueso	- 152 -
Tabla 38. Peso Específico - Absorción Del Agregado Grueso Reciclado	- 152 -
Tabla 39. Contenido De Humedad Del Agregado Grueso	- 153 -
Tabla 40. Contenido De Humedad Del Agregado Grueso Reciclado	- 153 -
Tabla 41. Contenido De Humedad Del Agregado Fino.	- 154 -
Tabla 42. Contenido De Humedad Del Agregado Fino Reciclado.	- 154 -
Tabla 43. Contenido De Humedad Del Confitillo Reciclado.....	- 155 -
Tabla 44. Diseño De Mezcla Con Agregados Naturales.....	- 156 -
Tabla 45. Diseño De Mezcla Con Agregado Grueso Reciclado Al 40%.....	- 159 -
Tabla 46. Diseño De Mezcla Con Agregado Grueso Reciclado Al 50%.....	- 162 -
Tabla 47. Resistencia A La Compresión A Los 7 Días – Muestra Patrón.	- 165 -
Tabla 48. Resistencia A La Compresión A Los 14 Días – Muestra Patrón.	- 165 -

Tabla 49. Resistencia A La Compresión A Los 28 Días – Muestra Patrón.	166 -
Tabla 50. Resistencia A La Compresión A Los 7 Días – Muestra R- 40% AG.....	168 -
Tabla 51. Resistencia A La Compresión A Los 14 Días – Muestra R- 40% AG.....	168 -
Tabla 52. Resistencia A La Compresión A Los 28 Días – Muestra R- 40% AG.....	169 -
Tabla 53. Resistencia A La Compresión A Los 7 Días – Muestra R- 50% AG.....	171 -
Tabla 54. Resistencia A La Compresión A Los 14 Días – Muestra R- 50% AG.....	171 -
Tabla 55. Resistencia A La Compresión A Los 28 Días – Muestra R- 50% AG.....	172 -
Tabla 56. Muestra R- 50% AG A Los 28 Dias.....	174 -
Tabla 57. Parámetros Estadísticos.	175 -
Tabla 58. Probabilidad De Ocurrencia.	175 -
Tabla 59. Variación Del Ancho Del Ladrillo D 1: 3: 2	177 -
Tabla 60. Variación Del Largo Del Ladrillo D 1: 3: 2	177 -
Tabla 61. Variación De La Altura Del Ladrillo D 1: 3: 2	178 -
Tabla 62. Variación Del Ancho Del Ladrillo D 1: 4: 2	178 -
Tabla 63. Variación Del Largo Del Ladrillo D 1: 4: 2	179 -
Tabla 64. Variación De La Altura Del Ladrillo D 1: 4: 2	179 -
Tabla 65. Variación Del Ancho Del Ladrillo D 1: 5: 2	180 -
Tabla 66. Variación Del Largo Del Ladrillo D 1: 5: 2	180 -
Tabla 67. Variación De La Altura Del Ladrillo D 1: 5: 2	181 -
Tabla 68. Alabeo Del Ladrillo D 1: 3: 2.....	182 -
Tabla 69. Alabeo Del Ladrillo D 1: 4: 2.....	183 -
Tabla 70. Alabeo Del Ladrillo D 1: 5: 2.....	184 -
Tabla 71. Alabeo Del Ladrillo D 1: 3: 2.....	185 -
Tabla 72. Alabeo Del Ladrillo D 1: 4: 2.....	185 -
Tabla 73. Alabeo Del Ladrillo D 1: 5: 2.....	186 -

Tabla 74.Absorción Del Ladrillo D 1: 3: 2.....	- 186 -
Tabla 75.Absorción Del Ladrillo D 1: 4: 2.....	- 187 -
Tabla 76.Absorción Del Ladrillo D 1: 5: 2.....	- 187 -
Tabla 77.Resistencia A La Compresión A Los 7 Días Del Ladrillo D 1: 3: 2	- 188 -
Tabla 78.Resistencia A La Compresión A Los 14 Días Del Ladrillo D 1: 3: 2	- 188 -
Tabla 79:Resistencia A La Compresión A Los 28 Días Del Ladrillo D 1: 3: 2	- 189 -
Tabla 80.Resistencia A La Compresión A Los 7 Días Del Ladrillo D 1: 4: 2	- 189 -
Tabla 81.Resistencia A La Compresión A Los 14 Días Del Ladrillo D 1: 4: 2	- 190 -
Tabla 82.Resistencia A La Compresión A Los 28 Días Del Ladrillo D 1: 4: 2	- 190 -
Tabla 83.Resistencia A La Compresión A Los 7 Días Del Ladrillo D 1: 5: 2	- 191 -
Tabla 84.Resistencia A La Compresión A Los 14 Días Del Ladrillo D 1: 5: 2	- 191 -
Tabla 85.Resistencia A La Compresión A Los 28 Días Del Ladrillo D 1: 5: 2	- 192 -
Tabla 86.Resistencia A La Compresión De Los Ladrillos Con La Proporción 1 :4 :2 A Los 28 Días.....	- 193 -
Tabla 87.Parámetros Estadísticos.....	- 194 -
Tabla 88.Probabilidad De Ocurrencia.....	- 194 -
Tabla 89.Análisis Granulométrico Del Material De Relleno “Puente Chuquicara”	- 196 -
Tabla 90.Descripción Del Material De Relleno “Puente Chuquicara”	- 197 -
Tabla 91.Determinación Del Límite Líquido Y Limite Plástico Material De Relleno “Puente Chuquicara”	- 198 -
Tabla 92.Determinación Del Índice De Plasticidad Material De Relleno “Puente Chuquicara”	- 199 -
Tabla 93.Ensayo: Abrasión Los Ángeles (L.A.) Al Desgaste De Los Agregados De Tamaño Menores A 37.5 Mm (1 1/2")	- 200 -
Tabla94.Peso Volumétrico Húmedo Del Material De Relleno“Puente Chuquicara”	- 200 -

Tabla 95.Peso Volumétrico Seco Del Material De Relleno “Puente Chuquicara”	- 201 -
Tabla 96.Análisis Granulométrico Del Material De Relleno Reciclado	- 202 -
Tabla97.Determinación del Límite Líquido Y Limite Plástico Material De Relleno Reciclado	- 203 -
Tabla 98.Determinación Del Índice De Plasticidad Material De Relleno Reciclado.....	- 204 -
Tabla 99.Ensayo: Abrasión Los Ángeles (L.A.) Al Desgaste De Los Agregados De Tamaño Menores A 37.5 Mm (1 1/2")	- 205 -
Tabla 100.Contenido De Humedad Del Material De Relleno Reciclado.....	- 205 -
Tabla 101.Peso Del Volumen Húmedo Del Material De Relleno Reciclado.....	- 206 -
Tabla 102.Peso Volumétrico Seco Del Material De Relleno Reciclado	- 206 -
Tabla 103.Análisis Granulométrico Del Material De Relleno 50-50.....	- 208 -
Tabla 104.Determinación Del Límite Líquido Y Limite Plástico Material De Relleno Reciclado 50-50.....	- 209 -
Tabla105.Determinación Del Índice De Plasticidad Material De Relleno Reciclado....	- 210 -
Tabla 106.Contenido De Humedad Del Material De Relleno Reciclado50-50.	- 211 -
Tabla 107.Ensayo Desgaste De Los Agregados Del Material De Relleno 50-50.	- 211 -
Tabla 108.Peso Del Volumen Húmedo Del Material De Relleno Reciclado 50-50.	- 212 -
Tabla 109.Peso Volumétrico Seco Del Material De Relleno Reciclado 50-50.....	- 212 -
Tabla 110.Peso Volumétrico Seco Del Material De Relleno Reciclado 50-50.....	- 214 -
Tabla 111.Análisis Granulométrico Del Material De Relleno60-40.	- 215 -
Tabla 112.Límite Líquido Y Limite Plástico Material De Relleno Reciclado 60-40.....	- 216 -
Tabla113.Índice De Plasticidad Material De Relleno Reciclado 60-40.....	- 217 -
Tabla 114.Contenido De Humedad Del Material De Relleno Reciclado 60-40.	- 218 -
Tabla 115.Ensayo: Abrasión Los Ángeles l Material De Relleno 50-50.	- 218 -
Tabla 116.Peso Del Volumen Húmedo Del Material De Relleno Reciclado 50-50.	- 219 -

Tabla 117.Peso Volumétrico Seco Del Material De Relleno Reciclado 60-40..... - 219 -

Tabla 118.Peso Volumétrico Seco Del Material De Relleno Reciclado 60-40..... - 221 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Ciclo de vida de una edificación.....	- 47 -
Figura 2.Residuos Peligrosos.....	- 49 -
Figura 3.Residuos No Peligrosos.....	- 49 -
Figura 4.Curva Granulométrica del agregado grueso.....	- 143 -
Figura 5.Curva Granulométrica del agregado grueso reciclado.....	- 144 -
Figura 6 .Curva Granulométrica del agregado fino.....	- 145 -
Figura 7 .Curva Granulométrica del agregado fino.....	- 146 -
Figura 8 .Curva Granulométrica del Confitillo.....	- 147 -
Figura 9 .Resistencia Promedio obtenida de la muestra patrón.....	- 167 -
Figura 10. Resistencia Promedio obtenida de la Muestra R-40%AG.....	- 170 -
Figura 11.Resistencia Promedio obtenida de la Muestra R-50%AG.....	- 173 -
Figura 12 . Curva de Distribución Normal.....	- 176 -
Figura 13 . Curva de Distribución Normal - Ladrillo.....	- 195 -
Figura 14.Curva Granulométrica del material de relleno Puente Chuquicara-	198 -
Figura 15. Curva de Fluidez del material de relleno “Puente Chuquicara”.....	- 199 -
Figura 16.Grafico del Proctor de relleno reciclado.....	- 201 -
Figura 17.Curva Granulométrica del material de relleno reciclado.....	- 203 -
Figura 18. Curva de fluidez del material de relleno reciclado.....	- 204 -
Figura 19.Grafico del Proctor de relleno reciclado.....	- 207 -
Figura 20 .Curva Granulométrica de relleno 50-50.....	- 209 -
Figura 21.Curva de fluidez del material de relleno reciclado 50-50.....	- 210 -
Figura 22.Grafico del Proctor de relleno reciclado 50-50.....	- 213 -
Figura 23.Curva Granulométrica de relleno 60-40.....	- 216 -
Figura 24.Curva de fluidez del material de relleno reciclado 60-40.....	- 217 -

Figura 25. Grafico del Proctor de relleno reciclado 50-50..... - 220 -

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Módulo de fineza.....	- 107-
Ecuación 2. Contenido de Humedad	- 109 -
Ecuación 3. Peso Unitario de los agregados.....	- 109 -
Ecuación 4. Peso Específico de la masa del agregado fino.....	- 113 -
Ecuación 5. Peso Específico Aparente (Saturado) del agregado fino.....	- 113 -
Ecuación 6. Peso Específico Aparente (Seco) del agregado fino.....	- 113 -
Ecuación 7. Absorción del Agregado fino	- 113 -
Ecuación 8. Peso Específico de la masa del agregado grueso.....	- 115 -
Ecuación 9. Peso Específico Aparente (Saturado) del agregado grueso.....	- 115 -
Ecuación 10. Peso Específico Aparente (Seco) del agregado grueso.....	- 115 -
Ecuación 11. Absorción del Agregado grueso	- 115 -
Ecuación 12. Contenido de Cemento.....	- 118 -
Ecuación 13. Peso Corregido.....	- 119 -
Ecuación 14. Aporte de agua en la mezcla.....	- 120 -
Ecuación 15. Resistencia a la Compresión	- 124 -
Ecuación 16. Variación en Porcentaje	- 126 -
Ecuación 17. Absorción	- 127 -
Ecuación 18. Succión de ladrill.....	- 129 -
Ecuación 19. Resistencia a la Compresión del ladrillo.....	- 130 -
Ecuación 20. Contenido de Humedad del material de relleno.....	- 131-
Ecuación 21. Porcentaje de desgaste de los ángeles del material de relleno.....	- 134-

Ecuación 22. Limite líquido del material de relleno.....- 135-

Ecuación 23. Limite plástico del material de relleno.....- 137-

Ecuación 24. Índice de Plasticidad del material de relleno.....- 137-

Ecuación 25. Volumen del orificio.....- 139-

Ecuación 26. Masa seca del material extraído del orificio.....- 139-

Ecuación 27. Densidad húmeda del material de relleno.....- 140-

Ecuación 28. Densidad seca del material de relleno.....- 140-

Ecuación 29. Densidad húmeda del material de relleno compactado.....- 142-

Ecuación 30. Densidad seca del material de relleno compactado.....- 143-

Ecuación 31. Contenido de humedad para saturación completa.....- 143-

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal elaborar procedimientos para aprovechar los residuos de construcción como material alternativo en construcciones de viviendas en la ciudad de Nuevo Chimbote, consistió en realizar una investigación de tipo Aplicada- Experimental, se inicia con la recolección de los residuos de construcción del botadero informal ubicado a lo largo de Panamericana Norte Auxiliar del km 424 al km 1+ 424, luego se realiza el proceso de selección mediante calicatas, con el material seleccionado se procede a elaborar agregados reciclados, concreto de $F_c : 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo 40 % y 50 % el agregado grueso natural por agregado grueso reciclado, elaborar ladrillos de concreto con agregado grueso y fino reciclado, y elaborar material de relleno combinando material reciclado con material de relleno natural (55%-45% ; 45%-55%). A los agregados naturales y reciclados se le realizaron ensayos según la Norma Técnica Peruana, el diseño de mezcla se realizó según la metodología ACI, los ladrillos fueron evaluado según los parámetros establecidos en la norma E 070 y al material de relleno se verifico que cumpla con los parámetros y procedimientos establecidos en la el Manual de Carreteras, EG-2013, Sección 205. Los resultados obtenidos fueron positivos concluyendo que se puede aprovechar los residuos de construcción en la elaboración de material alternativo para la construcción de edificaciones de viviendas reduciendo el consumo masivo de agregados naturales (recurso no renovable), explotación de canteras y reduciendo la contaminación mejorando el ornato de la ciudad de Nuevo Chimbote.

ABSTRACT

The main objective of this research is to develop procedures to take advantage of construction waste as an alternative material in housing construction in the city of Nuevo Chimbote, it consisted of conducting an Applied-Experimental investigation, beginning with the collection of construction waste from the informal dump located along Panamericana Norte Auxiliar from km 424 to km 1+ 424, then the selection process is carried out through pits, with the selected material we proceed to make recycled aggregates, concrete of $F_c: 210 \text{ kg / cm}^2$ replacing 40% and 50% natural coarse aggregate by recycled coarse aggregate, make concrete bricks with recycled coarse and fine aggregate, and make filler material by combining recycled material with natural filler material (55% -45%; 45% -55%). The natural and recycled aggregates were tested according to the Peruvian Technical Standard, the mix design was carried out according to the ACI methodology, the bricks were evaluated according to the parameters established in the E 070 standard and the filling material was verified to comply with the parameters and procedures established in the Highway Manual, EG-2013, Section 205. The results obtained were positive, concluding that construction waste can be used in the development of alternative material for the construction of residential buildings, reducing mass consumption of natural aggregates (non-renewable resource), exploitation of quarries and reducing pollution by improving the environmental environment of the city of Nuevo Chimbote.



**CAPÍTULO
I**

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

A través de los años la demanda en el sector construcción ha aumentado notablemente siendo cada vez más innovadora y tecnológica con el fin de realizar edificaciones más resistentes, livianas y de menor costo económico sin disminuir la calidad ambiental de nuestra ciudad. La demanda actual y futura ha motivado a los gobiernos a indagar más en el tema buscando nuevas innovaciones en el sector construcción.

El concreto es un material que ha sido utilizado y estudiado por cientos de años en virtud de sus propiedades para ser moldeado en estado fresco y por su resistencia en estado endurecido. Esto comenzó cuando “los constructores griegos y romanos descubrieron que ciertos depósitos volcánicos, mezclados con caliza y arena producían un mortero de gran fuerza, capaz de resistir la acción del agua dulce o salada”. La versatilidad de aplicación del concreto ha permitido su uso en diferentes tipos de estructuras tales como edificios, calles, avenidas, carreteras, presas y canales, fábricas, talleres y casas permitiendo la creación de obras más cómodas y seguras para los seres humanos.

El Perú es un país en desarrollo donde la industria de la construcción es uno de los sectores más importantes y estratégicos para el desarrollo de sí mismo. Esta investigación comenzó teniendo en cuenta la contaminación que produce la industria de la construcción, resulta que, cuando se demuelen los edificios se obtiene gran cantidad de residuos con contenido de fierro, pintura, aluminio, vidrio, etc., luego se elimina en botaderos informales sin tener en cuenta que es reciclable, entonces en esta investigación se estudia cómo recuperar los residuos productos de las demoliciones, esto implica incluso nuevas fuentes de empleo, apoyo a la descontaminación y lo más importante obtener parámetros de uso de agregado obtenido de los residuos de construcción, con el fin reutilizarlo en edificaciones de viviendas sostenibles.

La ONU confirma que la expansión urbana en el mundo seguirá aumentando aceleradamente en las próximas décadas, sobre todo en países en desarrollo por lo cual habrá menos espacio y mayor cantidad de gente para poder vivir.

El objetivo principal del proyecto es elaborar procedimientos para aprovechamiento de residuos de construcción como material alternativo en edificaciones de viviendas en la ciudad de Nuevo Chimbote.

En el Capítulo I “Introducción”, se detalla los antecedentes del problema, la situación problemática, objetivo general y específicos, la justificación, limitación de estudio e hipótesis.

En el Capítulo II “Marco Teórico”, se realizó una recopilación de los conocimientos técnicos necesarios aplicables en la investigación, abordando principalmente los antecedentes existentes, Base Teórica, Definición de Términos y Marco Normativo. En el Capítulo III “Materiales y Métodos”, se presenta el diseño metodológico, la forma de abordar la investigación, la población del área geográfica de influencia considerando una muestra, para aplicar los aspectos técnicos de la investigación.

En el Capítulo IV se adjunta el procesamiento, el análisis e interpretación de los resultados. En el Capítulo V “Resultados y Discusión” y finalmente se da a conocer la conclusión y las recomendaciones generales del proyecto basadas en los resultados obtenidos en la investigación, referencias bibliográficas, webgrafía y anexos.

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedentes del problema

El mundo necesita construir más de dos mil millones de viviendas nuevas en los próximos 80 años según el Arq. Roberto Pérez Guerras en su investigación que realizó para la empresa Strong Forms. A medida que más países en desarrollo entregan infraestructura y progresan de manera similar a los países desarrollados, mejorando el nivel de vida y extendiendo la esperanza de vida, el tamaño de los hogares disminuirá, lo que generará una mayor demanda en el suministro de nuevas viviendas. Entonces, si esta diferencia entre la demanda de los hogares y el crecimiento de la población se produce globalmente en torno al 7-8% durante los próximos 80 años, esto requerirá 800 millones de hogares adicionales. La demanda actual y futura de nuevas viviendas está obligando a los gobiernos a impulsar nuevas innovaciones en la construcción para acelerar el suministro de nuevas viviendas. (Pérez, 2018)

En los países de América Latina, como Chile, Colombia, Venezuela, Paraguay, Argentina, Brasil, el déficit de vivienda es considerable en relación con el número de habitantes de cada país, es por eso que se genera la necesidad de vivienda. En estos países ya mencionados se están implantando nuevas técnicas de construcción utilizando residuos de construcción, colaborando directamente con el medio ambiente. (SOPLA, 2013)

De esta forma la Organización Mundial de las Naciones Unidas confirma que la expansión urbana en el mundo seguirá aumentando aceleradamente en las próximas décadas, sobre todo en países en desarrollo. Por lo tanto, el futuro se vivirá en mega ciudades con un crecimiento urbanístico vertical y presión sobre los recursos, ya que seremos muchos más habitantes en menos espacio (ONU, 2017)

En la actualidad, la construcción es una de las actividades industriales que más impacta el ecosistema, ya que, aproximadamente, se le destina al año 40% de las materias primas del mundo, 17% del agua potable y 25% de la madera cultivada. Además, el consumo de energía eléctrica para el sector asciende a un tercio total mundial, incluyendo la obtención de los materiales, el uso de las construcciones es responsable de un tercio de las emisiones del CO₂ relacionadas con el uso de energía en el mundo y también uno de los mayores generadores de gases de efecto invernadero. Asimismo, produce 30% de los residuos sólidos mundiales, sin mencionar otros impactos significativos en el suelo, el aire y la salud, entre otro, que se han triplicado en las últimas décadas. (Acevedo, Vásquez, & Ramírez, 2012)

En el Perú la industria de la construcción es uno de los sectores más importantes y estratégicos para el desarrollo del País. Es considerado como una actividad en constante desarrollo y dinámica. Esta realidad trae consigo grandes beneficios para el país tales como la generación de empleo, el incremento de la producción de empresas proveedoras, mejora de la infraestructura, disminución de precios debido al aumento de la competencia, etc.

Sin embargo, la construcción también trae consigo efectos negativos para el medio que la rodea, uno de los más perjudiciales es el impacto que tiene sobre el medio ambiente. El gran consumo de recursos naturales, la generación de ruido, vibraciones, polvo, olores, etc. Son algunas de las consecuencias provenientes de la actividad de la construcción. Sin embargo, uno de los problemas más graves es tal vez la generación de gran cantidad de residuos sólidos, los cuales en su mayoría no cuentan con un destino final adecuado y/o certificado. (CONSTRUCTIVO, 2019)

De acuerdo a un informe presentado por el ministerio del medio ambiente, el índice de residuos sólidos producidos en el país se incrementó de 0.90 Kg/hab/día en el año 2017 a 1.08 Kg/hab/día en el 2018. El 7% de estos desperdicios corresponde a residuos sólidos de construcción (RSC), los cuales en el año 2018 ascendieron a 615.0 Ton. (Orihuela, 2018)

El desarrollo demográfico de Nuevo Chimbote trae consigo la gran necesidad de obras como: regeneración urbana, programas habitacionales, hospitales, escuelas, carreteras y la creación de nuevas infraestructuras de mayor amplitud, que contribuyen al desarrollo de Nuevo Chimbote. Al ejecutar los diferentes tipos de infraestructura, se obtienen como resultados durante todo el proceso, residuos de construcción y demolición conocidos por sus siglas (RCD), que desencadenan una serie de sucesos que afectan a la huella ecológica, a la sociedad y su entorno.

1.2. Formulación Del Problema

1.2.1. Problema General

En la actualidad los volúmenes de residuos de construcción y demolición se incrementa exponencialmente en la ciudad de Nuevo Chimbote generando un espacio muerto en el Vertedero o lugares ilegales donde son depositados, ya que dichos desechos considerados como materiales solidos inertes – no peligrosos no poseen ningún tratamiento que permita la transformación y reintegración como materia prima de agregados para la fabricación de nuevos productos para la industria de la construcción, lo que reduciría potencialmente los residuos de construcción . (MUNICIPALIDAD DE NUEVO CHIMBOTE, 2018)

¿Cómo aprovechar los Residuos de Construcción elaborando material alternativo para la construcción de viviendas que brinden confort, seguridad, ahorro económico y reduciendo el impacto ambiental en el distrito de Nuevo Chimbote?

1.2.2. Problema Especifico

La elaboración de material alternativo para la construcción de viviendas trae consigo una serie de retos, comenzando con identificar los principales botaderos de residuos provenientes de la construcción y demolición, luego las clasificaciones de estos residuos para ser aprovechados en la elaboración de agregados reciclados, de ladrillos, concretos reciclados y material de relleno apto para la construcción de viviendas; por lo que se generan las siguientes interrogantes:

- ¿Cómo reducir los residuos de construcción depositados en botaderos informales?
- ¿En qué grado el uso de los residuos de construcción mejorara la calidad ambiental de la Ciudad de Nuevo Chimbote?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Principal

- Elaborar procedimientos para aprovechamiento de residuos de construcción como material alternativo en edificaciones de viviendas en Nuevo Chimbote.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información y describir la situación actual de la producción de Residuos de Construcción en el Distrito de Nuevo Chimbote.
- Elaborar un procedimiento para clasificar los residuos en materiales de construcción para elaborar ladrillo, concreto, agregado, material de relleno.
- Elaborar material alternativo como ladrillo, concreto, agregados y material de relleno
- Disminuir el volumen de residuos en botaderos informales, mejorando el ornato del Distrito de Nuevo Chimbote.

1.4. Justificación

La expansión de nuestra ciudad viene creciendo exponencialmente, tiene que ver con el aumento permanente de la población. esto se ve reflejado en la necesidad de vivienda y necesidad de obras urbanas que genera, estas necesidades traen como consecuencia la producción de residuos de construcción. Este proyecto de investigación permitirá conocer la situación actual con respecto a los Residuos de Construcción que generan dichas necesidades requeridas por el pueblo. Conocer como los Residuos de construcción y de qué manera puede ser utilizado como un material alternativo para la construcción de viviendas que brinden seguridad, confort y ahorro económico para los pobladores del Distrito de Nuevo Chimbote, considerando la clasificación de los residuos de construcción, aptos para tener en cuenta como insumo en las diferentes partidas para la edificación de viviendas básicamente y los restantes reusarlo en otras obras civiles que será metería de otra investigación.

Lograr equilibrios en la implementación de materiales, vistos desde diferentes perspectivas como lo económico, lo social, lo sostenible, lo arquitectónico, y que cumplan las normas de calidad, a favor del mejoramiento de la calidad humana. Las obras que se vienen ejecutando en distintos sectores del distrito de nuevo Chimbote, en consecuencia, estas obras civiles generan residuos de construcción y demolición los cuales en la mayoría de los casos no son tratados adecuadamente y solamente son eliminados como desmonte en vertederos no controlados.

Por tal motivo se ve necesario elaborar procedimientos para reciclar y utilizar los residuos de construcción como un material alternativo para la edificación de viviendas, estas viviendas construidas con material alternativo echas de residuos de construcción serán eco-amigables con el medio ambiente. Este proyecto debe ser usada como un instrumento de apoyo para los involucrados o gestores de residuos con el fin de tomar conciencia del daño que se causa al medio ambiente, de tal manera que se genera la responsabilidad de prevenir, reciclar y por último eliminar, Favoreciendo en muchos aspectos a los pobladores del Distrito de Nuevo Chimbote. Es importante el desarrollo de este proyecto de tesis puesto que se propondrán procedimientos que permitan el aprovechamiento de los residuos de construcción generando a partir de estos un material alternativo, enfocándonos en la producción de ladrillo, concreto, agregados y relleno estructural para la construcción de viviendas en el distrito de nuevo Chimbote. Este proyecto tratara de abrir un abanico para indicar que los residuos se empleen para edificaciones en viviendas, obras civiles, de ornato público, etc.

1.5. Limitación

1.5.1. Limitación Espacial

En esta investigación se realizará en el departamento de Ancash, distrito de Nuevo Chimbote buscando aprovechar los residuos de construcción depositados a lo largo de la Panamericana Norte Auxiliar del km 424 al km 1+ 424 para ser usados como material de construcción para la edificación de viviendas. se basará según lo indicado en las normas:

- Norma Técnica Peruana (NTP).
- Sociedad Americana Para Materiales y Ensayos (ASTM).
- Instituto Americano del Concreto (ACI).
- Manual de Ensayo de Material (MTC).
- Manual de Carreteras – Especificaciones Técnica Generales para la Construcción (EG)
- Reglamento Nacional de Edificaciones- Concreto Armado (E 060)
- Reglamento Nacional de Edificaciones- Albañilería (E 070)

1.5.2. Limitación Temporal

El tiempo estimado de la investigación es de aproximadamente 7 meses, comenzando en noviembre del año 2019 con culminación de mayo del año 2020.

1.6. Formulación De La Hipótesis

Si se aprovecha óptimamente los residuos de construcción entonces se podrán usar en las edificaciones de viviendas en Nuevo Chimbote.



**CAPÍTULO
II**

MARCO TEÓRICO

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes De La Investigación

2.1.1. Internacionales

Tomando como referencia una tesis para la obtención de grado de Magister en la Universidad Nacional de Colombia sede en Medellín titulada “El concreto reciclado con escombros como generador de hábitats urbanos sostenibles” de Carlos Mauricio Bedoya Montoya, publicado por la universidad Nacional de Colombia sede Medellín en julio de 2003, de las conclusiones se cita lo siguiente: “Desde el punto de vista económico, se hace viable la recolección selectiva de escombros y la producción de agregados reciclados para confeccionar nuevos concretos”. Entonces nos hace referencia una solución viable para el aprovechamiento de los recursos en nuestro país. (Carlos, 2003)

José Domínguez, Víctor Villanueva, Emilio Martínez en su trabajo de investigación titulado “ elementos constructivos aplicables a viviendas de interés social fabricados con áridos reciclados” publicado por el instituto tecnológico de Chetumal; México en el año 2004, Nos dice que al reciclar residuos de construcción y demolición para la fabricación de elementos útiles en la construcción de viviendas de interés social , se encontraron resultados positivos en comparación con los materiales homólogos de la región fabricados con materia prima natural y que se utiliza de manera cotidiana, de las conclusiones se cita lo siguiente “ Los elementos pueden ser utilizados en la construcción de viviendas, brindando un alternativa de menor costo y con la calidad adecuada, además de los beneficios ecológicos que implica el alterar la explotación de la roca natural y disminuir el volumen de residuos en botares o vertederos clandestinos” (Dominguez, Villanueva, & Emilio, 2004).

Jorge Mario Susunga Monroy en su trabajo de grado para obtener el título de especialista en gerencia de obras titulado “Construcción Sostenible, Una Alternativa Para La Edificación De Viviendas De Interés Social Y Prioritario” publicado en el año 2014 por la universidad católica de Colombia. Define lo termines de Vivienda De Interés Social (VIS) y Vivienda De Interés Prioritario (VIP) a aquellas “unidades habitaciones destinadas a las clases sociales de menores ingresos económicos, es decir aquellas personas que ganan menos de dos salarios mínimos mensuales y cuyo acceso a crédito es reducido”. Se plantea como uno de sus objetivos específicos, profundizar en el tema del manejo de residuos de materiales utilizados en la construcción, para obtener materiales reciclados con características técnicas que permitan su reutilización en la construcción de nuevas edificaciones. Los residuos de construcción y demolición (RCD) como nuevos materiales para la construcción, son un aporte en el campo ambiental pues al reciclarlos se evita tanto degradar el suelo natural con la extracción de materiales primas vírgenes, como con la disposición final de escombros.

Dando como conclusiones, la construcción sostenible tiene una diferencia estructural frente a la construcción tradicional que se basa en dos aspectos; uno que las soluciones son integrales y buscan atender las necesidades de energía, de agua, adecuado manejo de materiales, calidad del ambiente interior, bienestar de las personas entre otros; dos, ya no se mira solamente el proceso de construcción de un edificio y se olvida lo que sucede después, si no que ahora es un circulo donde hay que pensar desde que se planea, se diseña, se construye, se opera, se demuele, o que pasa si cambia de uso.

Concluye también que hoy en día, los edificios sostenibles pueden ser desarrollados a un precio menor que los edificios convencionales y las inversiones pueden ser recuperadas a través de ahorros en los costos operacionales y, con las características de diseño adecuadas, se obtienen lugares con muy buenas características para ser habitadas. (Susunga, 2014)

Belén Culcay Cantos / Verónica Maldonado Cardoso en su tesis “Prototipo De Vivienda Social Sostenible Para La Ciudad De Cuenca” publicada por la universidad de cuenca en el año 2016 nos dice que, el objetivo de la producción de vivienda de interés social es el de mejorar la situación habitacional de la población más vulnerable, esto incluye el conocer y trabajar con los asentamientos y las construcciones informales, que son la única opción de vivienda para las personas de escasos recursos económicos, Estas residencias en su mayoría tienen carácter provisional y por lo tanto son echo de material que lo permiten. Uno de sus objetivos específicos de esta tesis es investigar proyectos, materiales y sistema constructivos desarrollados en programas de interés social en Latinoamérica y su posible aplicación a nuestro medio.

En esta tesis hace referencias a Estrategias de arquitectura sostenible, Comparación de materiales, costos, autoconstrucción. Unas de sus conclusiones es que los materiales de construcción y la forma en que se utilicen son determinantes para controlar el impacto ambiental que la construcción genere. (Culcay, 2016)

Daniela Gómez Arias / Jhoses E. Tamayo Martínez / Karina Urrego Castrillón en el año 2018 en su informe de Investigación publicado por la institución universitaria Colegio Mayor De Antioquia. Nos dice que la necesidad de expansión de la ciudad de Medellín obligo a los habitantes a poblar las laderas de la misma, es así como para el año 1997 el área metropolitana tiene una población de 1'970691 habitantes debido a las constantes inmigraciones provocada por los procesos de urbanización, esta fueron causantes de la expansión de la ciudad, considerando esta problemática , se propone para las laderas centro orientales de la ciudad de Medellín , el desarrollo de una vivienda de interés social a partir de materiales alternativos , materiales como por ejemplo: La gadua, BTC (bloques de tierra comprimida), madera, RCD(residuos de construcción y demolición), Papercrete, buscando que este prototipo de modelo de vivienda no sea tan costoso, sea amigable ambientalmente y brinde mejores condiciones, a aquellos que la vallan a habitar. (Gomez, Tamayo, & Urrego, 2018)

La rápida urbanización actual ejerce presión sobre la vivienda y el uso del suelo. Para el 2030, cerca de 3,000 millones de personas o el 40% de la población del mundo necesitarán tener acceso a viviendas, infraestructura básica y a otros servicios, Latinoamérica y el Caribe cuenta con 110,7 millones de personas que residen en asentamientos humanos, la vivienda es un elemento esencial para el desarrollo sostenible. Además, la vivienda también hace parte de las relaciones entre sociedad y medio ambiente. Por una parte, la construcción y operación de viviendas consume una gran cantidad de recursos (suelo, energía, agua, materiales de construcción), al mismo tiempo que contamina el aire y el agua.

Por otra parte, las viviendas están expuestas a una variedad de impactos ambientales y riesgos tales como los desastres naturales y el cambio climático. Estos aspectos también adquieren una importancia considerable dentro del desarrollo sostenible. Esta compleja red de interrelaciones entre sostenibilidad y vivienda es uno de los temas principales de las políticas de viviendas sostenibles. Dichas políticas se basan en un espectro de condiciones subyacentes (junto con las cuatro dimensiones de sostenibilidad descritas anteriormente: ambientales, sociales, culturales y económicas), con el fin de lograr la sostenibilidad durante el desarrollo de las viviendas. Dentro de estas condiciones se incluye el impacto ambiental y el cambio climático; la durabilidad y la adaptación de los hogares; las actividades económicas en las viviendas y su relación con la economía en general; el tejido social y cultural de las comunidades y, finalmente, el impacto de las viviendas en la reducción de la pobreza, en el desarrollo social y en la calidad de vida de la población (ONU ,2017)

2.1.2. Nacionales

El “diario la republica” en su artículo “RECICLAR PARA CONSTRUIR” publicado el 23 de octubre del 2016. Nos informa que el Ing. Roger Mori lidera un equipo que elabora ladrillos con el desmonte de las obras de construcción, crean materiales con lo que muchos consideran basura, en su proyecto llamado “CICLO”. Los Mori elaboran ladrillos con un peculiar insumo, usan los desechos de la demolición y construcción de casa, usan los que los obreros botan, los que los volquetes arrojan a los rellenos.

El proceso que utilizan es recoger los residuos de construcción y la demolición (RCD) de las casas, luego con los residuos sobre el piso empieza la selección de materiales útiles: restos de ladrillos, de gravas, morteros., afuera quedan los fierros , la madera, el plástico y los residuos orgánicos, el resultado de este proceso recibe el nombre de áridos reciclados, lo mezclan con agua y cemento, pasa por maquinas que lo moldean y que le dan la clásica forma rectangular exigida por las normas técnicas, luego atraviesa por una etapa de curación y otra de secado que dura casi un mes. Al final el producto será un ladrillo sostenible: “una pieza plomiza de 18 huecos elaborada con material reutilizado”. Para Roger, este bloque que acabara cubierto por pintura y cemento en las casas, reduce la explotación de las canteras y mitiga el daño al medio ambiente a través del reciclaje. La construcción consume **el 50% de los recursos disponibles en el mundo y produce el 50% de los desechos**, aseguran estos profesionales. Roger creció en las construcciones, estudió ingeniería. Ahora quiere unir ambas pasiones y construir una nueva forma de reciclaje. (Gamero, 2016)

El incremento de la población en el Perú, medido por la tasa de crecimiento promedio anual, refiere que la población ha presentado un crecimiento promedio anual para el periodo 2007 – 2017 de 1.0%, la tasa de crecimiento promedio anual de la población censada en el departamento de Ancash es de 0.2%, La provincia del santa alberga un aproximado del 40.2% de la población departamental, Nuevo Chimbote cuenta con 137,235 habitantes. Por la expansión del distrito de nuevo Chimbote el 40% de viviendas están hechas de un material inadecuado para la construcción de una vivienda, materiales como, por ejemplo: Esteras, Cartones, triplay, plásticos, palos o casa de madera prefabricadas. Este tipo de construcción que realizan los mismos pobladores no brinda seguridad y confort a las familias o persona que lo habita. (INEI, 2017)

Los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) están ligados a la actividad del sector constructivo, estos residuos inertes están constituidos por: tierra, arena gruesa, arena fina, restos de concreto, ladrillos, vidrios, fierros, plásticos, madera y en general por todos los desechos que se generan en una obra de construcción. El crecimiento que viene teniendo el sector de la construcción en los últimos años es bueno para la económica del país acompañado de la creación de miles de puestos de trabajos directos e indirectos, pero este crecimiento se relaciona también a su vez con el incremento desmesurado de RCD. El problema ambiental que representan estos residuos de construcción y demolición se deriva no solo del creciente volumen de su generación, sino de su tratamiento, que todavía hoy es insatisfactorio.

Actualmente las leyes que rigen en nuestro país aún no logran ordenar y crear mecanismo para mejorar o regular los procedimientos de manejo de residuos aun valorizables para que sean aprovechados, reinsertados, reciclados y por último se proceda su correcta eliminación depositándolo en un relleno o botadero regulado. Las empresas constructoras no toman el interés necesario respecto a los residuos que generan, en las partidas de los presupuestos solo aparece “Eliminación de material excedente”, lo que nos hace ver la aún insuficiente importancia en la producción de residuos en su origen, a todo esto se une el escaso reciclado lo cual debería ser necesario, se puede describir textualmente lo que ocurre comúnmente en una obra de construcción: “Llega el camión para que lleve el desmonte depositándolo en cualquier botadero”.

Además, a todo esto, se le suma la aparición de vertederos informales que no son controlados, donde se depositan toda clase de materiales relacionados a la construcción entre ellos los residuos tóxicos, ocasionando daños medioambientales. Los impactos ambientales que provoca la eliminación de RCD en vertederos no controlados son la contaminación del subsuelo, así como el deterioro paisajístico. Si logramos aprovechar los recursos valorizables de los RCD se puede estar ayudando a disminuir la extracción y fabricación de los insumos requeridos en la obra de construcción. (Medina, 2015)

2.2. Base Teórica

2.2.1. Industria De La Construcción

La construcción es una de las actividades económicas que causa mayor impacto sobre el ambiente. Las estimaciones del Worldwatch Institute señalan que la industria de la construcción es responsable del consumo de 40% de arena y piedras, el 25% de madera virgen, el 16% del agua y el 40% de la energía del mundo (Valdivia, 2009).

Valdivia (2009) resalta la importancia de considerar los impactos ambientales de la extracción de los recursos naturales, así como de la generación de residuos, emisiones y otros contaminantes durante la actividad constructiva. Consecuentemente, se indica que, para evaluar el impacto ambiental de una construcción, es necesario calificar y cuantificar los impactos asociados durante todo el ciclo de vida del mismo, desde la extracción de materias primas hasta el final de su vida.

Valdivia (2009) expone dos grupos de impactos diferenciándolos según la fase del proyecto en el que se generan, los que se producen durante la fase de extracción de materiales y los que se producen durante la fase de construcción del edificio; podemos agregar dos grupos de impactos adicionales, los que se producen durante la ocupación del edificio y los que se producen durante la demolición del mismo. La figura 1 muestra el ciclo de vida de un proyecto de construcción civil. Cada etapa de este ciclo de vida tiene impactos asociados a ella.

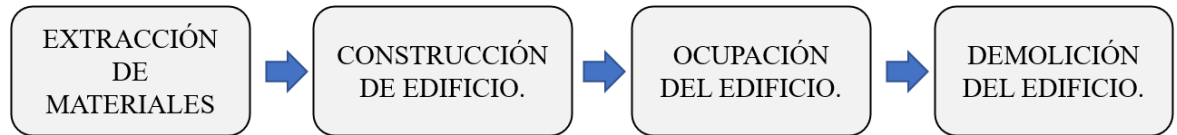


Figura 1. Ciclo de vida de una edificación.

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Valdivia (2009) señala que los aspectos ambientales durante la fase de construcción son los siguientes:

- Combustibles usados en la generación de energía
- Consumo de agua
- Agregado Pétreos.
- Fracciones minerales inorgánicas
- Manejo de residuos y sustancias peligrosas
- Residuos no peligrosos
- Materiales para disposición final (Residuos no peligrosos, residuos peligrosos y materiales inertes)
- Emisiones a la atmósfera
- Polvos y olores
- Ruido
- Vibraciones
- Transporte

A nivel mundial los materiales utilizados en la construcción provocan los siguientes efectos principales sobre el Medio Ambiente:

- Consumo energético
- Producción de residuos sólidos
- Incidencia en el efecto invernadero
- Incidencia en la capa de ozono

2.2.2. Agregados Producto De Residuos De Construcción

La Norma Técnica Peruana (NTP) se aplica a los residuos de la actividad de la construcción, los cuales son todos aquellos residuos generados en el proceso constructivo o después de la remoción, levantamiento, demolición, reparación y/o reforzamiento o adecuación para cambio de uso en general. Se recomiendan opciones de manejo con énfasis en las opciones de reutilización y de reciclaje de estos materiales, como en la construcción de obras civiles y carreteras. Los residuos peligrosos y de tipo doméstico que resulten de las actividades antes mencionadas, están sujetos a las regulaciones correspondientes vigentes no incluidas en esta norma.

Las mezclas que sean inadecuadas para un reciclaje, bajo los criterios técnicos y ambientales, deben ser previamente retiradas y tratadas conformes a las normas respectivas.

a) **Recolección:** La recolección debe realizarse selectivamente teniendo en cuenta el destino de los residuos obtenidos, ya sea su reutilización, reciclaje o disposición final, y de acuerdo a las normas técnicas respectivas.

b) **Transporte:** El transporte debe realizarse con equipos y/o vehículos en horarios y rutas según las normas técnicas respectivas.

c) **Aprovechamiento (reutilización y reciclaje de materiales)**

El MINVIV (2013) define: “residuos sólidos de la construcción y demolición aquellos que son generados en las actividades y procesos de construcción, rehabilitación, restauración, remodelación y demolición de edificaciones e infraestructura. Clasificándose en: residuos peligrosos y residuos no peligrosos” (p.4).

RESIDUOS PELIGROSOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

(Anexo 3 del Decreto Supremo n.º 003-2013-VIVIENDA)

- Restos de madera tratada
- Envases de removedores de pinturas, aerosoles
- Envases de removedores de grasa, adhesivos, líquidos para remover pintura
- Envases de pinturas, pesticidas, contrachapados de madera, colas, lacas
- Restos de tubos de fluorescentes, transformadores, condensadores, etc.
- Restos de PVC (solo luego de ser sometidos a temperaturas mayores a 40 °C)
- Restos de planchas de fibrocemento con asbesto, pisos de vinilo asbesto, paneles divisores de asbestos
- Envases de solventes
- Envases de preservantes de madera
- Restos de cerámicos, baterías
- Filtros de aceite, envases de lubricantes



Figura 2. Residuos Peligrosos.

Fuente: MINVIV (2013)

Instalaciones	Fachadas	Estructura
<ul style="list-style-type: none"> • Mobiliario fijo de cocina • Mobiliario fijo de cuartos de baño 	<ul style="list-style-type: none"> • Puertas • Ventanas • Revestimientos de piedra • Elementos prefabricados de hormigón 	<ul style="list-style-type: none"> • Vigas y pilares • Elementos prefabricados de hormigón
Cubiertas		Acabados interiores
<ul style="list-style-type: none"> • Tejas • Tragaluces y claraboyas • Soleras prefabricadas • Tableros • Placas sándwich 	Particiones interiores	<ul style="list-style-type: none"> • Cielo raso (escayola) • Pavimentos flotantes • Alicatados • Elementos de decoración
	<ul style="list-style-type: none"> • Mamparas • Tabiquerías móviles o fijas • Barandillas • Puertas • Ventanas 	

Figura 3. Residuos No Peligrosos.

Fuente: MINVIV (2013)

2.2.3. Concreto

2.2.3.1. Definición

Según Rivva (2000) El concreto es un material artificial compuesto, el cual consiste en un medio ligante, denominado pasta, dentro del que se encuentren embebidas partículas de un medio denominado agregado.

La pasta es el producto de la mezcla química del material aglomerante con el agua. Es la etapa continua del concreto puesto que siempre permanece junto con algo de la misma pasta mediante toda la mezcla casi homogénea y el agregado es la etapa discontinua del concreto puesto que sus partes no están unidas, sino que están entre espesores distintos de pasta o mezcla endurecida (Rivva ,2000, p. 21)

2.2.3.2. Componentes Del Concreto

Cemento, agua, agregados, el aire y adiciones que mejoran las propiedades de la mezcla de concreto. La pasta se compone de materiales cementantes, agua y aire atrapado o aire incluido (intencionalmente incorporado). La pasta constituye aproximadamente del 25% hasta 40% del volumen total del concreto.

2.2.3.2.1. Cemento

Cemento Portland. El cemento hidráulico es producido mediante la pulverización del clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contienen generalmente sulfato de calcio y mentalmente caliza como adición durante la molienda (NTP 334.009, 2013)

Tipos de cemento Portland. Según la (NTP 334.009, 2013), los tipos de cementos Portland son:

- Tipo I: Para uso general que no requiera propiedades especiales de cualquier otro tipo.
- Tipo II: Para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
- Tipo III: Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- Tipo IV: Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.
- Tipo V: Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

2.2.3.2.2. Agregados

Son los elementos inertes del concreto que al aglomerarse con la pasta de cemento se forma una estructura resistente. Ocupan alrededor de las 3/4 partes del volumen total, luego las calidades de estos tienen una importancia primordial en el producto final. (Abanto, 2001)

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011.

Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto.

- Tamaño Máximo

Corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado.

- Tamaño Nominal Máximo

Corresponde al menor tamiz en el cual se produce el primer retenido.

- Módulo de Fineza

Criterio Establecido en 1925 por Duff Abrams a partir de las granulometrías del material se puede intuir una fineza promedio del material

2.2.3.2.3. Agua

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma ITINTEC 334.088 y ser, de preferencia, potable. (Rivva, 2012)

Está prohibido el empleo de aguas ácidas; calcáreas; minerales; carbonatadas; aguas provenientes de minas o relaves; aguas que contengan residuos minerales o industriales; aguas con un contenido de sulfatos mayor del 1%; aguas que contengan algas, materia orgánica, humus, o descargas de desagües; aguas que contengan azúcares o sus derivados. (Rivva, 2012)

Igualmente está prohibido el empleo de aquellas aguas que contengan porcentajes significativos de sales de sodio o de potasio disueltas, en todos aquellos casos en que la reacción álcali-agregado es posible. (Rivva, 2012)

Podrá utilizarse aguas naturales no potables, previa autorización de la inspección, únicamente si:

- Estan limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia organica, u otras sustancias que puedan ser dañinas al concreto, acero de refuerzo, o elementos embebidos. (Rivva, 2012)

Al seleccionar el agua deberá recordarse que aquellas con alta concentración de sales deberán ser evitadas. Ello debido a que no solo pueden afectar el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto y su estabilidad del volumen, sino que, adicionalmente, pueden originar eflorescencias o corrosión del acero de refuerzo. (Rivva, 2012)

- La calidad del agua, determinada mediante análisis de laboratorio, cumple con los valores que a continuación se indican; debiendo ser aprobados por la inspección las excepciones a los mismos. (Rivva, 2012)

2.2.3.1. Aditivos

Según la ASTM. Aditivo es el material, además del cemento, agua y áridos, que se añade al concreto o mortero inmediatamente antes o durante el mezclado.

El objetivo de añadir aditivos es el de modificar, acentuar o conferir alguna propiedad que de por sí la mezcla no posee, y hacerla temporal o permanente durante su estado fresco o endurecido. Se aplica en dosis pequeñísimas y su efecto es de índole físico, químico o físico- químico. (Sika Perú, 2010).

Un aditivo es una sustancia química, generalmente dosificada por debajo del 5% de la masa del cemento, distinta del agua, los agregados, el cemento y los refuerzos de fibra, que se emplea como ingrediente de la pasta, del mortero o del concreto, y se agrega al conjunto antes o durante el proceso de mezclado, con el fin de modificar alguna o algunas de sus propiedades físicas, de tal manera que el material se adapte de una mejor forma a las características de la obra o las necesidades del constructor. (Sika Perú, 2010).

El primer antecedente de los aditivos químicos modernos se encuentra en el empleo ocasional del sulfonato naftaleno formaldehído, que fue utilizado en 1930 para actuar con dispersante en concretos con adiciones negro de humo, destinados a carriles de pavimentos que por coloración pudieran llamar la atención de los conductores de vehículos. Si bien en 1932 se registró una patente de los EE.UU. no se aplicó por su elevado costo y exceder los requerimientos de las construcciones de concreto de esa época. (Sika Perú, 2010).

2.2.3.2. Propiedades Del Concreto Fresco

Se denomina concreto fresco al material mientras permanece en estado fluido, es decir desde el momento cuando todos los componentes son mezclados hasta que se inicia el atiesa miento de la masa. En ese lapso el concreto es transportado, encofrado y luego compactado manualmente o por vibración. (Rivva ,2002)

- **Trabajabilidad**

Está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, ya que un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación, no necesariamente resulta tal si dichas condiciones cambian. (Rivva, 2002).

- **Segregación**

Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas descendan, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es solo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales) lo cual sumado a su viscosidad produce que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz. (Rivva, 2002)

- **Exudación**

Propiedad por la cual una parte del gua de mezcla se separa de la masa y asciende a la superficie del concreto.

Es un caso general de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. Antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades, el fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar. (Rivva, 2002)

Está influenciada por el porcentaje de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla N°100, la exudación será menor pues se retiene el agua de la mezcla. (Rivva, 2002)

- **Contracción**

En función de los problemas de fisuración es una de las propiedades más importantes que acarrea con frecuencia. (Rivva, 2002)

La contracción intrínseca es un proceso irreversible donde la pasta de cemento se contrae por la reducción del volumen original del agua por combinación química. ((Rivva, 2002)

Pero además existe otro tipo de contracción inherente también a la pasta de cemento y es la llamada contracción por secado, dado que ocurre tanto en el estado endurecido como en el plástico si se permite que se pierda agua en la mezcla. (Rivva, 2002)

2.2.3.3. Propiedades del Concreto Endurecido

El esquema típico de la estructura interna del concreto endurecido, consiste en el aglomerante, estructura básica o matriz, constituida por la pasta de cemento y agua, que aglutina a los agregados gruesos, finos, aire y vacíos, estableciendo un comportamiento resistente debido en gran parte a la capacidad de la pasta para adherirse a los agregados y soportar esfuerzos de tracción y compresión, así como a un efecto puramente mecánico propiciado por el acomodo de las partículas inertes y sus características propia. (Rivva ,2002)

- **Elasticidad**

Es la capacidad del concreto de deformarse bajo una carga, sin tener deformación permanente. El concreto no es un material elástico, ya que no presenta un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama carga vs deformación en compresión, sin embargo, generalmente se define como una recta tangente a la parte inicial del diagrama al “Modulo de elasticidad estático” del concreto, o una recta secante que une el origen del diagrama con un punto establecido que normalmente es un % de la tensión última. (Rivva, 2012).

Los módulos de elasticidad normales oscilan entre 250,000 a 350,000 Kg/cm² y están en relación directa con la resistencia en compresión del concreto y en relación inversa con la relación agua/cemento. (Rivva, 2012)

- **Resistencia**

Es la capacidad que posee el concreto de soportar esfuerzos y cargas, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento. (Rivva, 2012).

La resistencia es una de las propiedades más importantes del concreto, ya que se emplea frecuentemente para definir su calidad. El concreto, en su calidad de constituyente de un elemento estructural, queda sometido a las tensiones derivadas de las sollicitaciones que actúan sobre éste. Si sobrepasan su capacidad resistente se producirán fracturas, primero de origen local y posteriormente generalizadas, que podrán afectar la seguridad de la estructura.

Por este motivo, los elementos estructurales deben ser dimensionados de manera que las tensiones producidas no sobrepasen la capacidad resistente del material constituyente, lo cual muestra la importancia de conocer esa característica. (Abanto, F. 2007).

- **Extensibilidad**

Propiedad del concreto de deformarse sin fisurarse. Está en función de la deformación unitaria máxima que puede asumir el concreto sin que ocurran grietas. (Rivva, 2012)

Depende del flujo plástico y de la elasticidad, constituido por la deformación que tiene el concreto bajo carga constante en el tiempo. (Rivva, 2012).

El flujo plástico tiene la característica de ser parcialmente recuperable, estando relacionado también con la contracción

2.2.3.4. Diseño De Mezcla.

- Extracción Y Preparación De Muestras.

Según la (NTP 400.010,2001) se tiene que realizar un adecuado muestreo del agregado fino y grueso ya que es importante por eso tenemos que tener la precaución de obtener muestras que resalten la naturaleza y condiciones del material a la cual representan.

- Contenido De Humedad.

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado. (Rivva, 2000)

Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas. (Pasquel, 1999, p.77)

La NTP 339.185, (2002), determina el porcentaje total de humedad evaporable de la muestra de agregado fino, agregado grueso por secado, la humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y no es susceptible a la evaporación por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método. Se deberá tomar una muestra respectiva con una masa no menor a lo especificado en la siguiente Tabla:

Tabla 1

Tamaño de muestra del agregado.

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Masa mínima de la muestra
4.75 (0.187) (N° 4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2.0
19.0 (3/4)	3.0
5.0 (1)	4.0
37.5 (1 ½)	5.0
50.0 (2)	6.0
63.0 (2 ½)	8.0
75.0 (3)	10.0
90.0 (3 ½)	16.0
100.0 (4)	25.0
150 (5)	50.0

Fuente: *Norma Técnica Peruana 339.185.(2002)*

- Módulo De Finura.

Según la NTP 400.012, (2001), el análisis granulométrico del agregado grueso y fino, este método determina la distribución por tamaño de las partículas del agregado fino y grueso por tamizado la cuál será separada mediante tamices de aberturas de mayor a menor.

Agregado fino: La cantidad de muestra para el ensayo será de 300 gramos como mínimo seco.

Agregado grueso: Dice que tomemos como muestra lo indicado en la siguiente Tabla :

Tabla 2

Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global.

Tamaño máximo nominal aberturas cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la muestra de ensayo, mínimo kg(lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.0 (3/4)	5 (11)
5.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 ½)	15 (33)
50.0 (2)	20 (44)
63.0 (2 ½)	35 (77)
75.0 (3)	60 (130)
90.0 (3 ½)	100 (220)
100.0 (4)	150 (330)
150 (5)	300 (660)

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.012.(2001)

- Peso Unitario Del Agregado

Según la NTP 400.017, (1999), este ensayo determina el peso unitario suelto compactado y del cálculo de vacíos del agregado fino y grueso en la mezcla de ambos basados en la misma determinación de este método se aplica agregados de tamaño nominal de 150mm.

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas; está influenciado por la manera en que se acomodan éstas, o que lo convierte en un parámetro hasta cierto punto relativo. (Pasquel, 1999)

El peso unitario está influenciado por:

- Su gravedad específica
- Su granulometria
- Su perfil y textura superficial
- Su condicion de humedad
- Su grado de compactacion de masa.

En el agregado grueso el contenido de humedad hace variar el peso unitario, Si se incrementa el contenido humedad incrementan el peso unitario. En el agregado fino pueden disminuir el peso unitario debido a que la película superficial de agua origina que las partículas estén juntas facilitando la compactación con incremento en el volumen y disminución del peso unitario. (Rivva, 2000).

También se expresa como densidad, adquiere importancia en la construcción cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite. Además, el peso específico es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados correspondan a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles, caso en que es recomendable efectuar pruebas adicionales. (Rivva, 2002)

- **Peso específico y absorción del agregado**

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Su valor para agregados normales oscila entre 2.5 y 2.7 kg/m³. (Pasquel , 1999, p.74)

La norma ASTM C 128 considera tres formas de expresión del peso específico.

- **Peso específico de masa;** el cual es definido por la Norma ASTM E 12 como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material) a la masa en el aire de la misma densidad, de un volumen igual de agua destilada libre de gas.

- **Peso específico de masa saturado superficialmente seco:** el cual es definido como el mismo peso específico de masa, excepto que esta incluye el agua en los poros permeables.

- Peso específico aparente; el cual es definido como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de un material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen unitario de un material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen de agua destilada libre de gas. Si el material es un sólido, el volumen es aquel de la porción impermeable. (Rivva, 2002)

Según la NTP 400.021, (2002) en este ensayo se determina el peso específico seco y el peso específico saturado como superficie seca el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas del agregado grueso el peso específico saturado con superficie seca y absorción están basadas en agregados remojados en agua después de 24 horas a fin de usar estos valores tanto en cálculo y corrección de diseños de mezclas como el control de una uniformidad y sus características.

Según la NTP 400.022, (2002), en este ensayo se determina el peso específico seco y el peso específico saturado con superficie seca el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas del agregado fino.

La absorción es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado. (Pasquel, 1999, p.76)

La capacidad de absorción es una medida de la porosidad del agregado, estimándose que valores en exceso del 2% al 3% pueden ser un índice de agregados de alta porosidad efectiva. Agregados que absorben valores mayores que los indicados pueden ser aceptables si el tamaño de los poros es grande. (Rivva, 2002)

2.2.3.4.1. Procedimiento Para El Diseño De Mezclas De Concreto.

Es un proceso que consiste en calcular las proporciones de los elementos que forman el concreto, con el fin de obtener los mejores resultados.

Existen diferentes métodos de Diseños de Mezcla; algunos pueden ser muy complejos como consecuencia a la existencia de múltiples variables de las que dependen los resultados de dichos métodos, aun así, se desconoce el método que ofrezca resultados perfectos, sin embargo, existe la posibilidad de seleccionar alguno según sea la ocasión.

- El Principio de Los Volúmenes Absolutos:

Todos los métodos de diseño de mezclas exactos, se basan en el principio de considerar en el cálculo, los volúmenes de los componentes sin incluir los vacíos entre ellos, de manera que sumados conjuntamente con el aire que atrapa el concreto suministren la unidad de medida que se esté adoptando, que usualmente es 1m^3 .

En consecuencia, se trabaja en los cálculos con el peso específico de los sólidos, también llamado gravedad específica o peso específico de masa, sea en condición seca o saturada superficialmente seca, para obtener los volúmenes sólidos del componente de modo de dosificarlos adecuadamente para lograr la unidad volumétrica de medida.

La resistencia en compresión y la relación agua/cemento:

Dado que por lo general la resistencia en compresión es un requisito fundamental que emana del proyecto estructural, o en algunas ocasiones el proyectista exige consideraciones especiales de durabilidad, se deriva entonces que un parámetro ineludible en el diseño de mezclas es la relación Agua/Cemento, pues como ya hemos visto al evaluar los conceptos sobre los materiales en el concreto, este parámetro regula dicho comportamiento. En ciertas ocasiones, las condiciones de durabilidad de las estructuras de concreto por circunstancias de exposición y agresividad extrema al medio ambiente y las características de operatividad o uso, motivan que independientemente del f'_{cr} que ya conocemos, se deba asumir una relación Agua/Cemento muy baja que optimice la impermeabilidad, la resistencia a la abrasión y el desgaste, la resistencia a la agresión química etc. y que estará asociada consecuentemente a una resistencia en compresión generalmente superior a la necesaria por requerimientos estructurales.

Siendo el tema de la durabilidad bastante amplio, se trata en profundidad y se establecen una serie de criterios para elegir la relación Agua/Cemento más recomendable para cada caso particular, y así tener alternativas de decisión al respecto cuando las condiciones particulares así lo exijan.

- **La granulometría de los agregados y el tamaño máximo de la piedra:**

Está generalizado mundialmente el criterio de utilizar las granulometrías o gradaciones de agregados que provean el mejor acomodo entre las partículas creando una estructura muy densa, resistente e impermeable y favoreciendo la trabajabilidad.

En este sentido existen una gran variedad de opciones en cuanto a cómo evaluar dichas gradaciones y como combinarlas, que dependen de la mayor o menor confiabilidad que se le asigne al sustento técnico de cada una, por lo que esta etapa es la que diferencia un método de diseño de otro.

Dentro de la granulometría, un factor importante, es el Tamaño Máximo del agregado y su forma. Está justificado experimentalmente que este factor influya en la cantidad de agua que requiere la mezcla para satisfacer condiciones de trabajabilidad, y así cuanto mayor sea el Tamaño del agregado y más redondeado, menor será el requerimiento de agua.

Cuanto más fino y anguloso es el agregado supone mayor cantidad de partículas y una mayor área a ser cubierta por el agua para fines de trabajabilidad, y cuanto más grueso y redondeado, se reduce consecuentemente la cantidad de partículas y el área involucrada.

El tamaño máximo está además muy relacionado con la disposición y facilidades de colocación del concreto en los encofrados, así como el tipo de estructura, por lo que se recomienda usualmente que no sea más de $1/3$ del espesor de las losas, $1/5$ de la mínima dimensión de los encofrados, ni más de $3/4$ del espacio mínimo en el acero de refuerzo, pero esto no es limitativo si se puede demostrar en obra la eficiencia de diseños con tamaño mayor.

- **La trabajabilidad y su trascendencia:**

La trabajabilidad constituye el parámetro más manejado por los que diseñan, producen y colocan concreto, sin embargo, es el más difícil de definir, evaluar y cuantificar en términos absolutos.

Se define como el mayor o menor trabajo que hay que aportar al concreto en estado fresco en los diferentes procesos de fabricación, transporte, colocación, compactación y acabado.

Usualmente recurrimos al slump como evaluación de esta característica, pero la experiencia demuestra que es una manera sumamente limitada de evaluarla pues sólo resulta un indicador de la cantidad de agua en la mezcla.

- **Información requerida para el diseño de mezclas:**

- Análisis granulométrico de los agregados
- Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
- Peso específico de los agregados (fino y grueso)
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)
- Perfil y textura de los agregados
- Peso específico del cemento
- Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

2.2.3.4.2. Pasos para el proporcionamiento.

Podemos resumir la secuencia del diseño de mezclas de la siguiente manera:

- Elección de la resistencia promedio (f'_{cr}).
- Elección del Asentamiento (Slump).
- Selección del tamaño máximo del agregado grueso.
- Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.
- Selección de la relación agua/cemento (a/c).
- Cálculo del contenido de cemento.
- Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
- Ajustes por humedad y absorción.
- Cálculo de proporciones en peso.
- Cálculo de proporciones en volumen.
- Cálculo de cantidades por tanda.

Tablas para el diseño de Mezcla:

Tabla 3

Consistencia y asentamiento

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Seca	0" – 2"
Plástica	3" – 4"
Fluida	5" – 6"

Fuente: *Diseño De Mezclas - Enrique Rivva López (1992)*

Tabla 4

Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción.

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	ASENTAMIENTO	
	MÁXIMO	MÍNIMO
Zapatas y muros de cimentación armados.	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros.	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios.	4"	1"
Losas y pavimentos.	3"	1"
Concreto ciclópeo.	2"	1"

Fuente: *Diseño De Mezclas - Enrique Rivva López (1992)*

Tabla 5
Volumen unitario de agua según el tamaño de los agregados

Asentamiento	Agua en 1/m ³ , para los tamaños máx. Nominales de agregado grueso indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	213	205	197	184	174	166	154	-

Fuente: *Diseño De Mezclas - Enrique Rivva López (1992)*

Tabla 6
Relación agua/cemento por resistencia.

F'cr	RELACIÓN AGUA – CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
28 días		
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: *Diseño De Mezclas - Enrique Rivva López (1992)*

Tabla 7
 Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto

TAMAÑO	MODULO FINEZA AGREGADO FINO								
MÁXIMO	2.4	2.5	2.6	2.4	2.8	2.9	3	3.1	3.2
3/8"	02	0.49	0.48	0.47	0.46	0.45	0.44	0.43	0.42
1/2"	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52	0.51
3/4"	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58
1"	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63
1 1/2"	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68
2"	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70
3"	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73
6"	0.87	0.86	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80	0.79

Fuente: *Diseño De Mezclas - Enrique Rivva López (1992)*

2.2.3.5. Ensayos Para El Concreto

2.2.3.5.1. Resistencia A La Compresión Del Concreto.

Según la NTP 339.034, (2008), consiste en aplicar una carga de compresión axial a cilindros moldeados extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla la resistencia a la compresión de la probeta es calculada por la división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo entre el área de la sección recta de la probeta.

Tabla 8

Resistencia a la compresión del concreto mínima (%) según día de ensayo.

DÍAS DE ENSAYO	RESISTENCIA MÍNIMA (%)
7 DÍAS	70
14 DÍAS	85
21 DÍAS	95
28 DÍAS	100

Fuente: *Instituto Americano Del Concreto 318. (2014)*

2.2.3.5.2. Asentamiento De Las Muestras Cilíndricas.

Según la NTP 339.035, (2008), El comportamiento estructural del concreto depende de su diseño, las buenas prácticas de colocación y el control de calidad. El control de la calidad se define como el conjunto de acciones y decisiones que se toman con el objeto de cumplir las especificaciones de los mismos y comprobar el cumplimiento de los requisitos exigidos. Éste debe ser preventivo más que correctivo; por lo tanto, es de vital importancia la realización de ensayos al concreto en estado fresco con los que se busca garantizar el cumplimiento de las especificaciones en estado endurecido.

2.2.4. Material De Relleno

Las consideraciones técnicas referidas a la calidad de material de relleno aprobado sobre una superficie preparada en una o varias capas están normados por el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013.

2.2.4.1. Terraplenes

Los agregados para la construcción de material de relleno deberán satisfacer los requisitos indicados: (Manual de Carreteras, EG-2013, Sección 205).

Tabla 9
Requisito para ser material de relleno

Condición	Parte del terraplén		
	Base	Cuerpo	Corona
Tamaño máximo (cm)	15	10	7.5
% Máximo de fragmentos de roca > 7.62 cm	30	20	
Índice de plasticidad (%)	<11	<11	<10

Fuente: *Manual De Carreteras (2013). Sección 205-01, pág. 186.*

Además, deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste de los Ángeles: 60% máx. (MTC E 207)
- Tipo de Material: A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3.

Los trabajos de construcción de material de relleno se deberán efectuar según los procedimientos descritos en la Sección 205 del Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción”. El procedimiento para determinar los espesores de compactación deberá incluir pruebas aleatorias longitudinales, transversales y con profundidad, verificando que se cumplan con los requisitos de compactación en toda la profundidad propuesta.

El espesor propuesto deberá ser el máximo que se utilice en obra, el cual en ningún caso debe exceder de 30 cm.

2.2.4.1.1. Calidad De Los Materiales

De cada procedencia de los suelos empleados para la construcción de terraplenes y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- Granulometría
- Límites de Consistencia.
- Abrasión.
- Clasificación.

Tabla 10
Ensayos y Frecuencias

Propiedades y características	Método de ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia	Lugar de muestreo
Granulometría	MTC E 204	D 422	T 29	1 cada 1000 m ³	Cantera
Límite de consistencia	MTC E 111	D 4318	T 89	1 cada 1000 m ³	Cantera
Contenido de material orgánico	MTC E 118			1 cada 3000 m ³	Cantera
Abrasión los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	1 cada 3000 m ³	Cantera
Relación densidad - humedad	MTC E 115	D 1557	T 180	1 cada 1000 m ³	Pista
Compactación base y cuerpo	MTC E 117	D 1556	T 191	1 cada 500 m ³	Pista
Compactación corona	MTC E 124	D 2922	T 238	1 cada 250 m ³	Pista

Fuente: *Manual De Carreteras (2013). Sección 205-01, pág. 192.*

2.2.5. Unidad De Albañilería

Se denomina ladrillo a la unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo. (E.070, 2006)

Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima. (E.070, 2006) Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial. (E.070, 2006)

Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días. (E.070, 2006)

2.2.5.1. Clasificación

2.2.5.1.1. Para Fines Estructurales

Para efectos de diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 11

Clase de Unidad de Albañilería para Fines Estructurales

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN			ALABEO (MÁXIMO EN MM)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN. Mpa (kg/cm ²)
	HASTA 100 MM	HASTA 150 MM	MAS 150 MM		
LADRILLO I	±8	±6	±4	10	4.9(50)
LADRILLO II	±7	±6	±4	8	6.9(70)
LADRILLO III	±5	±4	±3	6	9.3(95)
LADRILLO IV	±4	±3	±2	4	12.7(130)
LADRILLO V	±3	±2	±1	2	17.6(180)
BLOQUE P (1)	±4	±3	±2	4	4.9(50)
BLOQUE NP (2)	±7	±6	±4	8	2.0(50)

Fuente: *Reglamento Nacional De Edificaciones, E 070. (2006)*

Las cinco clases de ladrillos de la tabla anterior son descritas por San Bartolomé (1994), de la siguiente manera:

- Tipo I. Estos ladrillos tienen una resistencia y durabilidad muy baja; son aptos para ser empleados bajo condiciones de exigencias mínimas (viviendas de 1 o 2 pisos), evitando el contacto directo con la lluvia o el suelo.
- Tipo II. En esta categoría clasifican los ladrillos de baja resistencia y durabilidad; son aptos para usarse bajo condiciones de servicio moderadas (no deben estar en contacto directo con la lluvia, suelo o agua).

- Tipo III. Son ladrillos de mediana resistencia y durabilidad, aptos para emplearse en construcciones expuestas bajo condiciones de intemperismo.
- Tipo IV. Estos ladrillos son de alta resistencia y durabilidad; aptos para ser utilizados bajo condiciones de servicio rigurosas. Pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo moderado, en contacto con lluvias intensas, suelo y agua.
- Tipo V. Tienen una resistencia y durabilidad elevada; son aptos para emplearse en condiciones de servicio muy rigurosas, pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo similares al Tipo IV.

2.2.5.2. De Acuerdo al Porcentaje De Huecos

- Ladrillos Sólidos o Macizos: Estas unidades son las que no presentan ningún tipo de hueco o si las presentaran estos no representan las del 25% de área de la sección bruta. No obstante, los estudios demuestran que se pueden utilizar ladrillos hasta con 33% de vacíos, fuera de este valor las unidades con este porcentaje se tornan quebradizas. De acuerdo al reglamento nacional de edificaciones el ladrillo cuo corte transversal en cualquier plano paralelo a la cara de asiento tiene un área menor que el 70% del área o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano.
- Unidades Huecas: Son los ladrillos que su área de asiento es menor al 75% del área total. En esto clasifican los bloques de concreto vibrado (empleados en la albañilería armada) y también, los ladrillos con varias perforaciones.

- Unidades Tubulares: Son los ladrillos que cuentan con perforaciones colocados de forma paralela a la superficie de asiento, en este tipo clasifican los ladrillos panderetas, utilizados en los tabiques. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006, artículo 3, capítulo 2)

2.2.6. Atributos Físicos y Mecánicos De Las Unidades De Albañilería.

Tener conocimiento sobre los atributos de los ladrillos es imperativo sobre todo para conocer un poco sobre la resistencia a la compresión, así como de su respuesta ante condiciones de intemperismo. Por otro lado, no se puede asegurar que el ladrillo con mejores propiedades nos de la mejor albañilería. Los atributos del ladrillo que guardan relación con la resistencia de la albañilería son:

- Resistencia a la Compresión y Tracción.
- Variabilidad Dimensional y Alabeo
- Succión.

Las propiedades del ladrillo que guardan relación con la durabilidad de la albañilería son:

- Resistencia a la Compresión y Densidad.
- Absorción y Coeficiente de Saturación

a) Atributos Físicos

- Variación Dimensional
- Alabeo
- Densidad
- Porcentaje de Huecos
- Presencia de impurezas, grietas y vitrificaciones

b) Atributos Mecánicos

- Resistencia a la Compresión (f^c)
- Resistencia a la Tracción (f^t)
- Absorción y Coeficiente de Saturación.
- Succión (% en peso de agua absorbida)

2.2.7. Ensayos

Ensayos Clasificatorios

- Variación Dimensional: Para calcular los valores de la variación dimensional de las unidades de albañilería se necesitará una regla metálica y un vernier debidamente calibrado teniendo en cuenta lo que estipula la NTP 399.604.
- Alabeo: Es la prueba de ensayo que nos dirá el desgaste o la poca importancia que se le dio al diseño u forma de los ladrillos. El alabeo suele ser más presente en los ladrillos que se han hecho de forma artesanal en comparación de los ladrillos fabricados en empresas grandes.
- Resistencia a la Compresión: Es la carga o fuerza que suministramos con una máquina (llamada compresora a objetos) para poder ver hasta qué cantidad pueden soportar a esta.

Ensayos No Clasificatorios

- Densidad: se determina teniendo en cuenta como porosidad los huecos artificialmente creados en las piezas, por lo que puede ser inferior a la unidad cuando están sean muy huecas. En ladrillos huecos oscilas entre 1kg/m^3 , para los perforados 1.7 kg/m^3 y entre 2.3 -2.4 para productos vitrificados.

- Absorción: varía desde un 20% para los ladrillos de tejar hasta un 10-15% el cerámico a las 24 horas de inmersión en agua. Recuperado de <http://laboratoriosdehormigones.blogspot.com/2010/06/absorcion-de-ladrillos-compresion-de.html>.
- Absorción Máxima: Es considerada como una medida de su impermeabilidad.
- Coeficiente de Saturación: Es considerado como una medida de durabilidad del ladrillo cuando se encuentra sometido a la acción de la intemperie. Es la relación entre la absorción del ladrillo y la absorción máxima del ladrillo. Recuperado de <https://www.slideshare.net/everlagos/ensayo-ladrillo>.
- Succión: Está demostrado que con los ladrillos que tienen una succión excesiva al momento de asentado no se logra, usando métodos ordinarios de construcción, uniones adecuadas entre el mortero y el ladrillo.

2.3. Definición de Términos

- RCD

Se refiere a los Residuos de Construcción y Demolición que se generan durante el desarrollo de un proyecto constructivo.

- Reciclaje.

Proceso simple o complejo que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea éste el mismo en que fue generado u otro diferente.

- Residuo.

Restos o sustancias que para el ser humano, luego de haber cumplido su vida útil no tiene valor, y busca desprenderse de estos.

- Ladrillo.

Es un bloque hecho de arcilla o adobe, con o sin cocción. También se hacen de hormigón. Son hechos en moldes o extendiendo la arcilla en una capa gruesa y luego cortándola con alambres al tamaño adecuado. Los ladrillos son utilizados en edificaciones o pavimentación.

- Peso específico

El peso específico es una medida de cuánto material se encuentra comprimido en un espacio determinado; es la cantidad de masa por unidad de volumen.

- Succión

Es la velocidad inicial con la que el ladrillo toma agua por capilaridad, medida en gramos de agua absorbidos por cada cm² de superficie puesta en contacto con el agua en un minuto.

- Absorción

Es la capacidad de absorción de las muestras a ser ensayadas cuando alcanzan un estado de saturación Cantidad de agua que absorbe el ladrillo cerámico mediante inmersión total, durante 24 h.

- Saturación

Se refiere al contenido de agua del ladrillo cuando prácticamente todos los espacios están llenos de agua.

- Consistencia

Relativa facilidad con que el suelo puede fluir y deformarse.

- Picnómetro:

Recipiente de vidrio, forma cilíndrica o cónica.

- Relaciones humedad/densidad (Proctor)

Humedad vs. Peso Unitario de suelos compactados.

- Análisis Mecánico

Sirve para determinar la granulometría en un material o la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños.

- Agregado Densamente Gradado

Agregado con una distribución de tamaños de partícula tal que cuando es compactado, los vacíos que resultan entre las partículas, expresados como un porcentaje del espacio total ocupado, son relativamente pequeños.

2.4. Marco Normativo

2.4.1. Residuos De Construcción

- Ley N° 28611 Ley General del Ambiente

Establece los principios que rigen el cuidado del ambiente a nivel nacional. Establece el marco regulatorio principal sobre el que se dictan todas las otras leyes y normas que regulan la gestión ambiental. Define el rol del estado como responsable de diseñar y aplicar políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones en la materia.

- Ley N° 28245 Ley Marco de Sistema Nacional de Gestión Ambiental y su Reglamento.

Establece un sistema coordinado e integrado entre las diferentes oficinas y niveles del gobierno para asegurar el eficaz cumplimiento de los objetivos ambientales. Facilita la transectorialidad de la gestión ambiental a través de la definición de las funciones de la autoridad ambiental nacional y de las autoridades sectoriales en materia ambiental.

- RM N° 191 – 2016- MINAM Aprueban el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PLANARES 2016-2024.

Surge como necesidad a dar continuación a la gestión de residuos sólidos a nivel nacional iniciada el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) a través de la creación del Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2005-2014. El plan presenta un diagnóstico de la situación actual de la gestión de residuos sólidos en el Perú, plantea los objetivos a cumplir y su relación con el desarrollo sostenible, las metas referenciadas a cada objetivo y finalmente propone las estrategias a seguir para el logro de lo formulado.

- Ley N° 27314 Ley General de Residuos Sólidos y su Reglamento (próximos a derogarse)

Formulada en el año 2001, representa una de las primeras acciones para ordenar la gestión ambiental. Establece las obligaciones, derechos y responsabilidades tanto del estado como de la sociedad civil en cuanto a los residuos sólidos. Diferencia los residuos generados en las actividades domésticas de los generados por actividades productivas. Regula todas las actividades del manejo de los residuos desde su generación hasta su disposición final.

- Ley N° 29419 Ley que Regula la Actividad de los Recicladores y su Reglamento. Tiene como objetivo facilitar el reaprovechamiento adecuado de los residuos sólidos a través de promover la formalización de los trabajadores del reciclaje. Indica cuales son los residuos que pueden ser reaprovechados. Establece criterios técnicos y requisitos administrativos para formalizar las actividades del reaprovechamiento de residuos sólidos.
- Ley 28256 Ley que Regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y su Reglamento. Regula el transporte de materiales y residuos peligrosos. Contempla las actividades de producción, almacenamiento, embalaje, transporte y rutas de tránsito, manipulación, utilización, reutilización, tratamiento, reciclaje y disposición final de este tipo de materiales. Indica cuales son las autoridades responsables de la supervisión y fiscalización del cumplimiento de la norma.
- D.S 015-2012- VIVIENDA Reglamento de Protección Ambiental para Proyectos Vinculados a las Actividades de Vivienda, Urbanismo, Construcción y Saneamiento y sus modificaciones.

Regula la gestión ambiental para prevenir, mitigar, controlar y remediar los impactos ambientales generados a partir de proyectos de infraestructura de habilitaciones residenciales y habilitaciones urbanas de uso mixto tipo 4, viviendas multifamiliares y/o conjuntos residenciales proyectados en zonificación de alta densidad, edificaciones de estacionamiento, entre otras. Está diseñada para normar la manera en que los proyectos del sector se insertan en el marco del SEIA.

- DS N° 003-2013-VIVIENDA Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de Construcción y Demolición y su modificatoria.

Regula la gestión y manejo de los residuos generados en actividades de construcción y demolición. Establece las obligaciones tanto de las instituciones del estado relacionados a la materia como de los generadores de este tipo de residuos. Regula los procesos y las etapas de la gestión y manejo de los residuos de construcción y demolición y promueve la inversión privada en ellos.

- R.M 220-2015-VIVIENDA Aprueban Aplicativo Virtual para la Declaración Anual del Manejo de Residuos Sólidos de las Actividades de la Construcción y Demolición.

Aprueba el Aplicativo Virtual para la Declaración Anual de Manejo de Residuos de las Actividades de Construcción y Demolición. Esta declaración tiene carácter de Declaración Jurada.

2.4.2. Agregados

- NTP 400.010/ ASTM C702 “Extracción y preparación de las muestras”

La presente Norma Técnica Peruana establece los procedimientos del muestreo de los agregados grueso y fino, para lograr, la Investigación preliminar de la fuente potencial de abastecimiento, el control en la fuente de abastecimiento, el control de las operaciones en el sitio de su utilización y la aceptación o rechazo de los materiales.

- NTP 400.011 “Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)”

Establece las definiciones de los agregados para ser usados en la elaboración de morteros y hormigones (concretos) de cemento hidráulico, igualmente establece su clasificación según su composición granulométrica y su densidad de masa.

- NTP 400.012 / ASTM C136 “Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global”

Establece el método para la determinación de la distribución por tamaño de partículas del agregado fino, grueso y global por tamizado.

- NTP 400.017 / ASTM C29 “Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.”

Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la densidad de masa (“Peso Unitario”) del agregado en condición suelto o compactado, y calcula los vacíos entre partículas en agregados finos, gruesos o mezcla de ambos basados en la misma determinación. Este método de ensayo es aplicable a los agregados que no excedan los 125 mm como tamaño nominal máximo.

- NTP 400.021 / ASTM C127 “Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso”

Tiene por objeto establecer un procedimiento para determinar la densidad promedio de partículas de agregado grueso (no incluye los orificios entre las partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado grueso.

- NTP 400.022 /ASTM C128 “Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino”

Tiene por objeto establecer un procedimiento para determinar la densidad promedio de partículas de agregado fino (no incluye los orificios entre las partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado fino.

- NTP 339.185 / ASTM D2216 “Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado”

Establece el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación, por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método.

2.4.3. Concreto

2.4.3.1. Normas Para El Diseño De Concreto

- El método que se usó para el diseño de mezcla es el recomendado por el comité ACI 211.1, teniendo en cuenta las consideraciones de la norma E060.
- Norma E.060 “Concreto Armado”

Esta norma establece definiciones, requisitos mínimos de los agregados, procedimientos para elaborar concreto de calidad.

2.4.3.2. Normas Para Concreto En Estado Fresco

- NTP 339.0359/ ASTM C 143 “Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland.”

Esta Norma Técnica Peruana establece el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto de cemento Portland, tanto en el laboratorio como en el campo.

- NTP 339.033 /ASTM C 31 “Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo.”

Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos para preparar y curar especímenes de forma cilíndrica y de viga, de muestras representativas de concreto fresco para un proyecto de construcción.

2.4.3.3. Normas Para Concreto En Estado Endurecido

- NTP 339.034 / ASTM C39- 39M Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.”

Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto. Está limitado al concreto que tiene una masa unitaria mayor de 800 kg/m³.

2.4.4. Unidad De Albañilería - Ladrillo

- NTP 399.613 “Ensayo de variación de Dimensiones”

Esta norma Técnica Peruana establece el procedimiento para determinar en porcentaje la variación de dimensiones de las unidades de albañilería.

- NTP 399.613 “Ensayo de Alabeo”

Esta norma Técnica de Edificaciones establece el procedimiento para determinar la concavidad de las unidades de albañilería.

- NTP 399.613 “Ensayo de Absorción”

Esta norma Técnica de Edificaciones establece el procedimiento para medir la permeabilidad de la unidad de albañilería. Las unidades de albañilería con una absorción mayor a 22% serán más porosas y por lo tanto menos resistente a la acción de la intemperie.

- NTP 331.018 “Ensayo de Succión”

Esta norma Técnica de Edificaciones establece el procedimiento para medir la succión de la unidad de albañilería y ver cómo afecta la unión con el mortero.

- NTP 399.613 y 339.604 “Ensayo de Resistencia a la Compresión”

Esta norma Técnica Peruana establece el procedimiento para medir la resistencia a la compresión de la unidad de albañilería, donde las unidades de albañilería son sometidas a una carga. La resistencia a la compresión se obtiene al dividir la fuerza entre la sección afectada por la fuerza.

2.4.5. Material De Relleno.

- EG-2013 “Manual de Carreteras – Especificaciones Técnica Generales para la Construcción”

Normativa donde se detalla las características de los materiales, equipos, requisitos de construcción, formas de pagos y otros para el desarrollo correcto de obras viales mitigando los impactos socio ambientales.

- SUCS “Sistema Unificado de Clasificación de Suelos”

Sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería para describir las características de las partículas de un suelo.

- AASHTO “American Association of State Highway and Transportation Officials”

Órgano que establece normas, especificaciones ,protocolos y guías usadas en el diseño y construcción de autopistas en todo los Unidos. Establece un sistema para poder calificar los suelos y buscar la aceptabilidad para ser usado como material en la construcción de obras viales.

- MTC 2008 “Manual de Ensayo de Materiales”

Documento Técnico de carácter normativo que forma parte de la manual de Carreteras establecidos por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial.

- MTC E 108 “Determinación del contenido de humedad de un suelo”

Establecer el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

- MTC E 207 “Desgaste de los Ángeles”

Normativa donde se establece el procedimiento que se debe seguir para realizar el ensayo de desgaste de los agregados gruesos menos a 37.5 mm (1 1/2) por medio de la máquina de los ángeles para determinar la resistencia de los materiales pétreos usados en mezclas asfálticas.

- MTC E 107 “Análisis Granulométrico de suelos por tamizado”

Normativa donde se establece el procedimiento para determinar la distribución de tamaños de partículas de un suelo.

- MTC E 110 “Límites Líquido de un suelo (L.L)”

Normativa donde se establece el procedimiento para determinar el contenido de humedad, expresado en porcentaje, por el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico.

- MTC E 111 “Límites Plástico (L.L) e Índice de Plasticidad de un suelo (I.P).”

Normativa donde se establece el procedimiento para determinar el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo.

- MTC E 115 “Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado)”

Normativa donde se establece el procedimiento para realizar el ensayo de compactación de suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³).

- MTC E 117 “Ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo insitu mediante el método del cono de arena”.

Normativa que establece el procedimiento para determinar la densidad y el peso unitario mediante el cono de arena.



**CAPITULO
III**

**MATERIALES Y
MÉTODOS**

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de investigación

Aplicada, porque al analizar las variables e indicadores encontraremos mecanismos y estrategias para lograr este estudio, se va evaluar la situación actual del manejo de los residuos de construcción que hay en el distrito de Nuevo Chimbote, se elabora materiales alternativos obtenidos a partir de los residuos de construcción que cumplan con los requisitos mínimos que exige las normas técnicas de calidad para la construcción de viviendas.

3.2. Nivel de investigación

Es experimental, debido a que se realizarán manipulaciones con la variable independiente, porque se propondrá elaborar material alternativo utilizando los residuos de construcción para lograr que la vivienda construida usando los materiales alternativos, brinde seguridad, confort y reduciendo de daños que ocasionan los RC en el medio ambiente.

3.3. Unidad de análisis

- Testigos de Concreto.
- Ladrillos.
- Material de Relleno.

3.4. Población

La población está constituida por un conjunto de especímenes de concreto de 150 x 300 mm, ladrillos de 13 x 21 x 8 y material de relleno formado por agregado reciclado proveniente de la construcción y demolición.

3.5. Muestra

- Testigos de Concreto.

Tabla 12

Testigos de concreto de $f_c: 210 \text{ kg/cm}^2$

CONCRETO FC: 210 KG/CM2	DÍAS		
	7	14	28
PATRÓN	4	4	4
R- 40% AG	4	4	4
R- 50% AG	4	4	4
M- % AG	0	0	30
TOTAL		66	

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- Ladrillos.

Tabla 13

Unidad de albañilería.

ENSAYOS	CANTIDAD		
	D1	D2	D3
VARIACIÓN DIMENSIONAL	10	10	10
ALABEO	10	10	10
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	30	30	50
CONTENIDO DE HUMEDAD	5	5	5
ABSORCIÓN	5	5	5
ABSORCIÓN MÁXIMA	5	5	5
SUCCIÓN	5	5	5
DENSIDAD	5	5	5
SUBTOTAL	75	75	95
TOTAL, DE LADRILLOS		245	

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- Material de relleno.

Material de Relleno “Puente Chuquicara”

Material de Relleno Reciclado.

Material de Relleno “Puente Chuquicara” (50%) – Reciclado (50%)

Material de Relleno “Puente Chuquicara” (60%) – Reciclado (50%)

3.6. Variables

3.6.1. Variable dependiente

- Material de Construcción en edificaciones de Viviendas.

3.6.2. Variable independiente

- Residuos de construcción.

3.6.3. Matriz de consistencia

Tabla 14

Matriz De Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	
¿Cómo aprovechar los Residuos de Construcción elaborando material alternativo para la construcción de viviendas que brinden confort, seguridad, ahorro económico y reduciendo el impacto ambiental en el distrito de Nuevo Chimbote?	Elaborar procedimientos para aprovechamiento de residuos de construcción como material alternativo en edificaciones de viviendas en Nuevo Chimbote.	Si se aprovecha óptimamente los residuos de construcción entonces se podrán usar en las edificaciones de viviendas en Nuevo Chimbote.	Independiente	Residuos de construcción.
			Dependiente	Material de Construcción en edificaciones de Viviendas.

PROBLEMA ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	VARIABLES	
¿Cómo reducir los residuos de construcción depositados en botaderos, vertederos informales?	Elaborar un procedimiento para clasificar los residuos en materiales de construcción para elaborar ladrillo, concreto, agregado, material de relleno	Si los residuos de construcción presentan propiedades físicas similares a los agregados naturales pétreos se puede elaborar concreto de	Independiente	Residuos de construcción.
	Elaborar material alternativo como ladrillo, concreto, agregados y material de relleno	fc : 210 kg/cm ² , ladrillo y material de relleno	Dependiente	Concreto Ladrillo Material de relleno

PROBLEMA ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	VARIABLES	
¿Qué volumen hay de residuos de construcción en los botaderos y vertederos de la Ciudad de Nuevo Chimbote?	Recopilar información y describir la situación actual de la producción de Residuos de Construcción en la Ciudad de Nuevo Chimbote.	Si los residuos de construcción fueran reciclados y depositados en botaderos formales se mejoraría la situación ambiental de la Ciudad de Nuevo Chimbote.	Independiente	Residuos de construcción.
			Dependiente	Situación Ambiental de Nuevo Chimbote

PROBLEMA ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	VARIABLES	
¿En qué grado el uso de los residuos de construcción mejorara la calidad ambiental de la Ciudad de Nuevo Chimbote?	Disminuir el volumen de residuos en botaderos, escombreras o vertederos informales, mejorando el ornato del Distrito de Nuevo Chimbote.	El uso de residuos de construcción mejorara la calidad ambiental de la Ciudad de Nuevo Chimbote.	Independiente	Residuos de construcción.
			Dependiente	Calidad Ambiental de la Ciudad de Nuevo Chimbote

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

3.6.4. Operacionalización de variables

Tabla 15

Operacionalización De Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	herramientas	MÉTODOS
Situación Ambiental de Nuevo Chimbote	Problemas Ambientales que afectan a la Ciudad de Nuevo Chimbote	Desperdicios de Construcción	Volumen	Estación Total	Levantamiento Topográfico
Calidad Ambiental de Nuevo Chimbote	Es el conjunto de características ambientales que califican el estado de la naturaleza y la presencia de posibles alteraciones en el ambiente, que estén afectando sus derechos o puedan alterar sus condiciones y los de la población de la Ciudad de Nuevo Chimbote	Reciclaje de los Residuos de Construcción	Elaborar materiales ecológicos usando los residuos de construcción	Maquinas	Observación

Residuos de Construcción	Desperdicio Generado durante la Construcción y demolición	Selección de la Muestra	Trituración Mecánica	Maquinaria	Observación
			Limpieza de la muestra	Maquinaria	Observación
		Clasificación de la muestra	Trituración Manual	Manual	Observación
		Preparación de la Muestra	Dosificación	Antecedentes de la Investigación	Ensayos de Laboratorio Análisis y Comparación de Datos
Material de Construcción en edificaciones de Viviendas	producto elaborado empleado en la construcción de edificios u obras de ingeniería civil.	Concreto	Propiedades Físicas y Mecánicas	NTP ACI ASTM E 060	Ensayos de Laboratorio.
		Ladrillo	Propiedades Físicas y Mecánicas	NTP E 070 ASTM	Ensayos de Laboratorio.
		Material de Relleno	Propiedades Físicas y Mecánicas	NTP EG MTC	Ensayos de Laboratorio.

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

3.7. Instrumentos

Para iniciar con la ejecución de esta investigación se realizó un levantamiento topográfico a lo largo de la Panamericana Norte Auxiliar del km 424 al km 1+ 424, ciudad de Nuevo Chimbote para calcular el volumen de residuos de construcción depositados en la zona. Luego se seleccionó la muestra representativa (calicatas) para realizar los ensayos.

Para el proceso de recolección de datos se realizaron los ensayos en el Laboratorio de Suelos y de Concreto de la Universidad Nacional del Santa, mediante éstos se determinaron las propiedades de los agregados pétreos y agregados productos de los residuos de construcción y posteriormente de los especímenes de concreto, ladrillos y material de relleno para luego realizar un análisis comparativo de los resultados a través de tablas y gráficos.

- Ensayos realizados a los agregados
 - Reducción de muestras por cuarteo NTP 339.089 ASTM C702
 - Contenido de humedad NTP 339.185 ASTM D2216
 - Análisis granulométrico de agregados NTP 400.012 ASTM C136
 - Peso unitario suelto y compactado NTP 400.017 ASTM C29
 - Peso específico y absorción de A. grueso NTP 400.021 ASTM C127
 - Peso específico y absorción de A. Fino NTP 400.022 ASTM
- Ensayos a los especímenes de concreto
 - Resistencia a la compresión NTP 339.034 / ASTM C39- 39M
 - Slump NTP 339.035 / ASTM C143

- Ensayos a los ladrillos
 - Ensayo de variación de Dimensiones NTP 399.613
 - Ensayo de Alabeo NTP 399.613
 - Ensayo de Absorción NTP 399.613
 - Ensayo de Succión NTP 331.018“
 - Ensayo de Resistencia a la Compresión NTP 399.613 y 339.604
- Ensayos al material de relleno.
 - Obtención en laboratorio de muestras representativas “cuarteo”. (MTC E 105)
 - Determinación del contenido de humedad de un suelo (MTC E 108)
 - Desgaste de los Ángeles (MTC E 207)
 - Análisis Granulométrico de suelos por tamizado (MTC E 107)
 - Límites Líquido de un suelo (L.L) (MTC E 110)
 - Límites Plástico (L.L) e Índice de Plasticidad de un suelo (I.P) (MTC E 111)
 - Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado) (MTC E 115)
 - Ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo insitu mediante el método del cono de arena. (MTC E 117)

El resultado obtenido se procesó en gabinete mediante tablas y gráficos en Microsoft Excel. Para su posterior análisis y comparación de los resultados obtenidos de las características físicas y mecánicas por cada ensayo realizado.

3.8. Procedimientos

3.8.1. Ensayos ejecutados en campo

3.8.1.1. Levantamiento Topográfico

- Se realizó un levantamiento topográfico con Estación Total.
- Se establecieron como referencias líneas de control en el terreno para amarrar los detalles.
- El establecimiento de estas líneas de control constituye en realidad la estructura de la poligonal.

3.8.1.1.1. Equipos y materiales

- Cordel y clavos.
- Yeso.
- Estación total

3.8.1.2. Calicatas

Los trabajos realizados en campo se enfocaron en la toma de muestras de los residuos de construcción para la realización de los distintos ensayos en laboratorio. Para esto, se realizaron 9 calicatas a cielo abierto excavadas manualmente hasta una profundidad de 1.50m.

- Se ubicó los puntos en cada 100 m y se ejecutó la excavación
- Antes de iniciar con la excavación, se realizó una limpieza superficial de 0.25 m de espesor. Se excavó a una profundidad de 1.50m.
- Se realizó la limitación para el área de excavación, siendo de 1.00mx1.00m.

- Llegado a los 1.50m de profundidad, se extrajo las muestras de residuos de construcción por cada excavación y almacenada en los sacos, para ser trasladadas al laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional del Santa.

3.8.1.2.1. Equipos y materiales

- 3 palanas
- -03barretas
- 01 wincha de 5.00m
- 01 wincha de 50 m .
- Sacos

3.8.2. Ensayos ejecutados en laboratorio

-Agregados

3.8.2.1. Obtención de muestras por cuarteo (NTP 339.089 / ASTM C702)

- Este procedimiento se aplicó para los agregados pétreos y agregados reciclados productos de los residuos de construcción
- Se colocó la muestra sobre una superficie dura, limpia y horizontal evitando que la muestra se pierda o se combine con sustancias extrañas.
- Se mezcló bien hasta formar una pila en forma de cono, esta operación se repitió 4 veces.
- Se aplano y extendió la pila cónica hasta darle una base circular, espesor y diámetro uniforme, presionando hacia abajo con la cuchara de la pala, de tal manera que cada cuarteo del sector contenga el material original. El diámetro debe ser aproximadamente cuatro a ocho veces el espesor.

- Luego se dividió la muestra en cuatro partes iguales, de las cuales se separaron dos cuartos diagonalmente opuestos, incluyendo todo el material fino limpiando luego con cepillo o escoba los espacios libres. Los dos cuartos restantes se mezclan sucesivamente y se repite la operación hasta obtener la cantidad de muestra requerida.

3.8.2.1.1. Equipos y materiales:

- Cucharón metálico
- Regla metálica de 60cm
- Brocha
- Recipientes

3.8.2.2. Análisis granulométrico de agregados gruesos pétreos y reciclados productos de los residuos de construcción (NTP 400.012 / ASTM C136)

- Al reducir la muestra se consideró una muestra representativa de 2 kg para los agregados pétreos como reciclados.
- Se seleccionaron los tamices de tamaños correspondientes al tipo de agregado y encajarlos en orden decreciente, de acuerdo al tamaño de abertura, para el agregado grueso pétreo y reciclado: 1", ¾", ½", 3/8", N°4 y para el agregado fino petreo y reciclado: N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200.
- Se colocó la muestra sobre el tamiz superior y se realizó el tamizado por medio de un tamizador mecánico, durante un período de tiempo 10 minutos.
- Se determinó el peso del material retenido en cada tamiz.
- El peso total del material después de haber realizado el tamizado, fue verificado con el peso original de la muestra ensayada inicialmente.

3.8.2.2.1. Equipos y materiales:

- Balanza con aproximación de 0.01g
- Horno con una temperatura uniforme de $110 \pm 5^\circ\text{C}$
- Tamices normalizados: 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, fondo y tapa.
- Agitador de mallas mecánico.
- Recipientes
- Cucharón metálico
- Cepillo

3.8.2.2.2. Cálculos

- Se determinó el porcentaje retenido sobre cada tamiz, porcentaje retenido acumulado y porcentaje que pasa, con aproximación de 0.1% en base al peso total de la muestra ensayada.
- Se determinó el módulo de fineza para el agregado fino mediante la siguiente fórmula:

$$MF = \frac{\text{Tamiz } N (4 + 8 + 16 + 30 + 50 + 100)}{100}$$

Ecuación 1. Módulo de Fineza

- Se comprobó que la granulometría del agregado fino y grueso se encuentre dentro de los límites establecidos por la norma NTP 400.012

Tabla 16

Limites Granulométricos Del Agregado Fino

MALLA		% QUE PASA
3/8"	---	100
Nº 4	---	95 – 100
Nº 8	---	80 – 100
Nº 16	---	50 – 85
Nº 30	---	25 – 60
Nº 50	---	10 – 30
Nº 100	---	2 - 10

 Fuente: *Diseño De Mezclas - Enrique Rivva López (1992)*

Tabla 17

Limites Granulométricos Del Agregado Grueso.

Tamaño Máximo Nominal		1 1/2 "	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 8
2"	95 – 100	-	35 – 70	-	10 – 30	-	0 - 5	-
1 1/2"	100	95 - 100	-	35 – 70	-	10 – 30	0 – 5	-
1"	-	100	95 – 100	-	25 – 60	-	0 – 10	0 – 5
3/4"	-	-	100	90 - 100	-	20 – 55	0 – 10	0 – 5
1/2"	-	-	-	100	90 – 100	40 – 70	0 – 15	0 – 5
3/8"	-	-	-	-	100	85 - 100	10 – 30	0 - 10

 Fuente: *Diseño De Mezclas - Enrique Rivva López (1992)*

3.8.2.3. Contenido de humedad de los agregados (NTP 339.185 / ASTM D2216)

- Luego de reducir la muestra por cuarteo, se seleccionaron 3 muestras representativas de agregado y se colocaron sobre los recipientes previamente tarados.
- Se pesó y registró el peso de los recipientes con el agregado, con una precisión del 0.1%.
- Se colocó el recipiente con la muestra en el horno y se mantuvo una temperatura uniforme de 110 +- 5°C durante 24 horas.
- Se pesó y registró la masa de la muestra seca con una aproximación del 0.1%.

3.8.2.3.1. Equipos y materiales:

- Balanza con aproximación de 0.01g
- Horno con una temperatura uniforme de 110 +- 5°C
- Recipientes para las muestras

3.8.2.3.2. Cálculos:

Se calculó el contenido de humedad utilizando la siguiente formula:

$$\frac{W = 100 (P - D)}{D} \%$$

Ecuación 2. Contenido de Humedad.

Dónde:

W = Contenido total de humedad de la muestra (%)

P = Masa de la muestra húmeda original (g)

D = Masa de la muestra seca en (g)

3.8.2.4. Peso unitario de los agregados (NTP 400.017 / ASTM C29)

- Se redujo el agregado por cuarteo hasta obtener una cantidad suficiente para realizar el ensayo 3 veces tanto para el agregado fino como grueso.
- **Peso unitario suelto**
 - Se determinó el peso y volumen de los recipientes.
 - Se llenó el recipiente con el cucharón desde una altura no mayor a 2” hasta que rebose del mismo.
 - Se enrazó el recipiente haciendo uso de la regla y se procedió a registrar el peso del recipiente más el agregado.
- **Peso unitario compactado**
 - Se llenó el recipiente con agregado hasta alcanzar la tercera parte de su capacidad, y se niveló la superficie con los dedos.
 - Se apisonó la capa de agregado con 25 golpes distribuidos uniformemente, haciendo uso de la varilla 5/8” y evitando que ésta golpee el fondo del recipiente.
 - Luego se llenó las 2/3 partes del recipiente, volviendo a emparejar la superficie con los dedos y apisonar como se describe anteriormente aplicando la fuerza necesaria para que la varilla atravesase solamente la capa respectiva
 - Luego se llenó el recipiente hasta el rebose y se apisonó otra vez. Una vez colmado el recipiente, se enrasó la superficie con la varilla, usándola como regla.
 - Finalmente se registró el peso del recipiente lleno y peso del recipiente solo.

3.8.2.4.1. Equipos y materiales:

- Balanza con aproximación de 1g.
- Recipientes de capacidad volumétrica conocida, teniendo las siguientes dimensiones: 19 x 15.5 x 30 (A. grueso) y 14x14x14 (A. fino).
- Varilla compactadora de acero.
- Cucharón

3.8.2.4.2. Cálculo

Haciendo uso de la siguiente formula se calculó el peso unitario:

$$M = \frac{(G - T)}{V} \%$$

Ecuación 3: Peso Unitario

Dónde:

M = Peso unitario del agregado (gr)

G = Peso del recipiente de medida más el agregado (cm³)

T = Peso del recipiente (gr)

V = Volumen del recipiente (cm³)

3.8.2.5. Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022 /ASTM C128)

- Se redujo el agregado por cuarteo hasta obtener una muestra de 1 kg aproximadamente, que pase la Malla No. 4 (4.75mm)
- Se colocó la muestra en un recipiente, vertiendo el agua hasta cubrir el agregado, para saturarlo se dejó reposar por 24 horas.
- Cumplido el tiempo de inmersión del agregado, se decantó cuidadosamente el agua evitando la pérdida de finos.

- Se inició el proceso de secado, extendiendo la muestra sobre una bandeja, y haciendo uso de la secadora se procedió a secar la superficie de las partículas del agregado, dirigiendo sobre ella una corriente moderada de aire caliente, mientras se removía constantemente para que el secado sea uniforme.
- Luego se sujetó el molde cónico con su diámetro mayor apoyado sobre una superficie plana no absorbente, se colocó la muestra y se apisonó ligeramente la superficie 25 veces con la barra de metal, luego se levantó el molde y se procedió de la siguiente manera: si la superficie de las partículas conserva aún exceso de humedad, el cono de agregado mantendrá su forma original, por lo que se continuará agitando y secando la muestra, realizando frecuentemente la prueba del cono hasta que se produzca un primer desmoronamiento superficial, el cual indica que finalmente el agregado ha alcanzado la condición de superficie seca.
- Se introdujo en el frasco una muestra de 250g del material previamente preparado, y se vertió agua hasta alcanzar la marca de 500 cm³.
- Se agitó el frasco, durante 20 minutos para eliminar todas las burbujas de aire atrapado.
- Se procedió a remover el agregado fino del frasco, y colocó en el horno a una temperatura constante de 110 +/- 5°C durante 24 horas, luego registrar el peso de la muestra seca.

3.8.2.5.1. Equipos y materiales:

- Balanza con aproximación de 0.01g.
- Horno con una temperatura uniforme de 110 +/- 5°C
- Frasco volumétrico de 500 cm³ de capacidad

- Molde cónico, metálico de 40 ± 3 mm de diámetro interior en su base menor, 90 ± 3 mm de diámetro interior en una base mayor y 75 ± 3 mm de altura.
- Varilla para apisonado, metálica, terminada en un extremo en una superficie circular plana para el apisonado, de 25 ± 3 mm de diámetro.
- Un tamiz normalizado de 4,75 mm (N° 4).
- Secadora, recipientes y cucharón.

3.8.2.5.2. Cálculos

$$P. E. M = \frac{A}{(B + S - C)} \%$$

Ecuación 4: Peso Específico de la masa

$$P. S. S = \frac{S}{(B + S - C)} \%$$

Ecuación 5: Peso Específico Aparente (Saturado)

$$P. S. S = \frac{A}{(B + A - C)} \%$$

Ecuación 6: Peso Específico Aparente (Seca)

$$\% \text{ ABSORCION} = \frac{S}{(S - A)} \times 100$$

Ecuación 7: Absorción

Dónde:

A: Peso al aire de la muestra secada.

B: Peso del frasco lleno de agua.

C: Peso total del frasco con la muestra y llena de agua.

S: Peso de la muestra saturada con superficie seca

3.8.2.6. Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021 / ASTM C127)

- Se redujo el agregado por cuarteo hasta obtener una muestra de 2.5 kg según lo indicado en la tabla 16. Se descartó todo el material que pase la malla N° 4, posteriormente se lavó para remover el polvo u otras impurezas superficiales.
- Se colocó la muestra en un recipiente, se vertió el agua hasta cubrir el agregado y se dejó reposar durante 24 horas.
- Luego, se sacó la muestra del agua y se secó las partículas rodándolas sobre una tela de gran tamaño, hasta que se eliminó el agua superficial visible.
- Se registró el peso de la muestra, y se colocó en el interior de la canastilla metálica, así mismo se determinó su peso sumergida en el agua. Se tomaron las precauciones necesarias para evitar la inclusión de aire en la muestra sumergida, agitando convenientemente. La canastilla y la muestra deberán quedar completamente sumergidas durante este proceso.
- Se colocó el agregado en un recipiente y luego se llevó al horno a una temperatura constante de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, finalmente se registró el peso de la muestra seca.

3.8.2.6.1. Equipos y materiales:

- Balanza con aproximación de 1g. Ésta fue equipada con aparatos adecuados para suspender la muestra contenida en agua desde el centro de la plataforma.
- Horno con una temperatura uniforme de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Cesta con malla de alambre: con tamaño de abertura correspondiente al tamiz N° 6 o abertura menor.

- Balde adecuado para sumergir la cesta de alambre en el agua y un dispositivo para suspenderla del centro de la escala de la balanza.
- Un tamiz normalizado de 4,75 mm (N° 4).

3.8.2.6.2. Cálculos

$$P. E. M = \frac{A}{(B + S - C)} \%$$

Ecuación 8: Peso Específico de la masa

$$P. S. S = \frac{S}{(B + S - C)} \%$$

Ecuación 9: Peso Específico Aparente (Saturado)

$$P. S. S = \frac{A}{(B + A - C)} \%$$

Ecuación 10: Peso Específico Aparente (Seca)

$$\% \text{ ABSORCION} = \frac{S}{(S - A)} \times 100$$

Ecuación 11: Absorción

Dónde:

A: Peso en el aire de la muestra seca.

B: Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca.

C: Peso sumergido en agua de la muestra saturada.

-Concreto

3.8.2.7. Pasos en el diseño de mezcla del concreto

3.8.2.7.1. Resistencia Promedio Requerida (f'_{cr})

- La resistencia especificada se definió como $f'_c=210\text{Kg/cm}^2$.

Tabla 18

Resistencia Requerida

FC - KG/CM2	FCR - KG/CM2
Menor A 210	FC + 70
De 210 A 350	FC +84
Mayor A 350	FC +98

Fuente: *Recuperado De Comité Del ACI. (2011).*

- La resistencia promedio requerida f'_{cr} , según lo especificado en el método, fue de $210+70= 294 \text{ kg/cm}^2$ según la tabla anterior.

3.8.2.7.2. Selección del % de Aire Atrapado.

- La norma ITINTEC 400.037 define al “Tamaño Máximo” como aquel que “corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso”.
- La norma ITINTEC 400.037 define al “Tamaño Máximo Nominal” como aquel que “corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido”.
- Según los datos obtenidos en el análisis granulométrico y la siguiente tabla se definió el porcentaje de aire atrapado.

Tabla 19

Porcentaje de Aire Atrapado

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL A.G	% AIRE ATRAPADO
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%

Fuente: *Recuperado De Comité Del ACI. (2011).*

3.8.2.7.3. Selección del Contenido de Agua

- Según el tamaño nominal obtenidos en el análisis granulométrico y el slump elegido se obtuvo el contenido de agua en litros.

Tabla 20

Cantidad de Agua en Litros.

ASENTAMIENTO	AGUA EN LT/M3 , PARA TMN AGREGADOS			
	3/8"	1/2"	3/4"	1"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO (TEMPERATURAS NORMALES)				
1 " a 2"	207	199	190	179
3 " a 4"	228	216	205	193
6 " a 7"	243	228	216	202

Fuente: *Recuperado De Comité Del ACI. (2011).*

3.8.2.7.4. Selección de la relación Agua /Cemento

- La relación agua /Cemento se obtuvo con la resistencia requería promedio e interpolando según la tabla siguiente.

Tabla 21

Relación Agua /Cemento.

F'CR	CONCRETO SIN AIRE ATRAPADO	CONCRETO SIN AIRE ATRAPADO
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: *Recuperado De Comité Del ACI. (2011).*

3.8.2.7.5. Contenido de Cemento

- El contenido de Cemento se obtiene con la siguiente formula:

$$C = \frac{A}{R}$$

Ecuación 12. Contenido de Cemento

Dónde:

C: Contenido de Cemento.

A: Cantidad de Agua

R: Peso sumergido en agua de la muestra saturada.

- El valor obtenido del contenido de cemento está en kg.

3.8.2.7.6. Selección del Agregado Grueso.

- El contenido de Agregado Grueso se obtiene con el tamaño máximo nominal del agregado grueso y el módulo de fineza del agregado fino mediante la siguiente tabla:

Tabla 22

Volumen del Agregado Grueso

TNM DEL AGREGADO GRUESO	VOL. DEL AGR. GRUESO SECO Y COMPACTADO POR UNIDAD DE VOL. DE CONCRETO PARA DIVERSOS MÓDULOS DE FINEZA DEL FINO			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6

Fuente: *Recuperado De Comité Del ACI. (2011).*

- El valor obtenido del volumen del agregado grueso está en m³ que al multiplicar por su peso unitario compactado se obtendrá en kg.

3.8.2.7.7. Volúmenes Absolutos

- Los volúmenes absolutos se obtienen al dividir el peso / peso específico.
- Se suman los volúmenes absolutos del cemento, agua y agregado grueso.
- El volumen del agregado fino se obtiene al restar 1 y la suma de los volúmenes absolutos.
- Para obtener el agregado fino en kg se le multiplica por su peso unitario compactado.

3.8.2.7.8. Corrección por Humedad

- Se tiene en cuenta el contenido de humedad de los agregados y se corrigen los pesos de la siguiente manera:

$$PC = P(1 + W\%)$$

Ecuación 13. Peso Corregido

- Dónde:

PC: Peso corregido del Agregado fino o Agregado Grueso.

P: Peso del agregado fino o Agregado Grueso.

W%: Contenido de Humedad del agregado fino o Agregado Grueso.

3.8.2.7.9. Aporte de agua en la mezcla

- Se tiene en cuenta la absorción y el contenido de humedad de los agregados, se obtiene el aporte de agua de la siguiente manera:

$$AA = PC(W\% - AB\%)$$

Ecuación 14: Aporte de agua en la mezcla.

- Dónde:

AA: Aporte de Agua

PC: Peso Corregido del agregado fino o Agregado Grueso.

W%: Contenido de Humedad del Agregado fino o Agregado Grueso

AB%: Absorción del Agregado fino o Agregado Grueso

- Al tener el aporte de agua de los agregados se le resta al valor obtenido inicialmente al agua.

3.8.2.7.10. Proporción de la mezcla.

- Al obtener todos los pesos (kg) del cemento, agua y agregados.
- Se obtiene la proporción al dividir los pesos de los agregados del concreto entre el peso del cemento.

3.8.2.8. Elaboración y curado de los especímenes de concreto en el laboratorio.

Se elaboraron los testigos de concreto en dos etapas:

Etapa 1:

- Se elaboraron 36 testigos de concretos donde se realizaron los ensayos respectivos en su estado fresco y endurecido y la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días para obtener así que proporción con residuo de construcción se comporta mejor.
- Con los resultados obtenidos se hicieron tablas y graficas en Microsoft Excel.

Etapa 2:

- Se elaboraron 30 testigos de concretos con la mejor proporción que se obtuvo en la primera etapa, se evaluó la resistencia a la compresión a los 28 días.
- Con los resultados obtenidos se hicieron tablas y graficas en Microsoft Excel.

3.8.2.8.1. Mezclado

- Se colocó el agregado grueso, el agregado fino y una parte del agua en la mezcladora, y se dejó girar por 90 segundos.
- Se añadió el cemento y el agua con la mezcladora en funcionamiento, dejándolo girar por 3 minutos, luego se apagó la mezcladora por 3 minutos, y por último se puso en funcionamiento durante 2 minutos de mezclado final.
- Se debe mezclar lo suficiente para obtener una mezcla homogénea y de consistencia deseada.

3.8.2.8.2. Equipos y materiales

- Mezcladora eléctrica de 120L y motor de 13HP.
- Carretilla de 4.5 pies cúbicos
- Recipientes plásticos y metálicos...
- Lampa, cucharas y reglas.

3.8.2.8.3. Vaciado Del Concreto

- Se coloco el concreto en el molde en 3 capas aproximadamente del mismo volumen.
- Se apisono cada capa con la parte redonda de la varilla, utilizando 25 de golpes.
- La capa inicial se apisono introduciendo la varilla hasta el fondo del molde.
- Se distribuyo los 12 golpes para cada capa uniformemente sobre toda la sección transversal del molde.
- Para cada capa superior a la inicial se atravesó aproximadamente en 12 mm (1/2") la capa anterior cuando la profundidad de la capa sea menor de 10 cm (4"); aproximadamente en 25 mm (1") cuando la profundidad de la capa sea mayor de 10cm (4").
- Se cerros los huecos que dejo la varilla golpeando ligeramente los lados del molde.

3.8.2.8.4. Equipos y materiales

- Cuchara.
- Varilla de 5/8" de diámetro y 60 cm. de largo.
- Martillo de Goma
- Probetas Cilíndricas.

3.8.2.8.5. Curado

- Se removieron los especímenes en un tiempo aproximadamente entre de 20 horas y 28 horas.
- Se añadió cal 3 g/L, a la poza de curado con el fin de reducir la alcalinidad, pérdida de la masa, aceleración del proceso de deterioro, reducción de la resistencia y rigidez.
- Los especímenes fueron puestos en inmersión sin el molde, para lograr la condición de humedad por almacenamiento en un cuarto húmedo a una temperatura aproximada de $23,0^{\circ} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

3.8.2.9. Resistencia a la compresión (NTP 339.034 / ASTM C39- 39M)

- El ensayo de compresión de muestras curadas en agua se hizo inmediatamente después de que éstas han sido removidas del lugar de curado.
- Se colocó el regulador externo de fijación conteniendo un casquete de neopreno, en la superficie inferior del cilindro de concreto y se alinea cuidadosamente el eje de la muestra con el centro de empuje del bloque de carga.
- Antes de ensayar el espécimen se verificó que el indicador de carga esté ajustado en cero.
- La carga se aplicó a una velocidad correspondiente a una tasa de aplicación de carga comprendida en el rango de $0,25 \pm 0,05 \text{ MPa/s}$ ($35 \pm 7 \text{ psi/s}$)
- Se registró el peso, la carga máxima soportada por el cilindro durante el ensayo y se anotó el patrón de falla.

3.8.2.9.1. Equipos y materiales

- Máquina de Ensayo ELE
- Casquete de neopreno de 155mm de diámetro y 5” de espesor.

3.8.2.9.2. Calculo

$$R_c = \frac{P}{S}$$

Ecuación 15: Resistencia a la Compresión

Donde:

R_c = Resistencia a compresión (Kg/cm²).

S = Superficie de carga (cm²).

P = Carga máxima (Kg)

3.8.2.10. Asentamiento de las muestras cilíndricas (NTP 339.0359/ ASTM C 143)

- Se obtiene una muestra representativa no menor a 30 lt.
- Se colocó el cono de Abraham humedecido sobre una superficie plana.
- Luego, se llenó el cono de Abraham vaciando el concreto en tres capas, cada capa ocupa la tercera parte del volumen del molde.
- Cada capa se compactó dando 25 golpes con la varilla de acero, distribuidos y aplicados uniformemente en toda la sección.
- El molde se llenó por exceso antes de compactar la última capa y se enrasó utilizando la varilla, para después levantar el molde en dirección vertical, momento en el que se midió el asentamiento determinado por la diferencia entre la altura del molde y la del centro de la cara superior del cono deformado.

3.8.2.10.1. Equipos y materiales

- Cono de Abraham (20 cm diámetro menor, 30 cm diámetro mayor y 30 cm de altura).
- Varilla de 5/8" de diámetro y 60 cm. de largo.
- Plancha Metálica.
- Regla.

-Ladrillo

3.8.2.11.Elaboración y curado de los especímenes de concreto en el laboratorio.

- Se elaboraron 302 ladrillos con agregados reciclados con proporciones (1:3:2,1:4:2 y 1:5:2).
- Al tener las proporciones, se procedió a pesar los materiales y medir la cantidad de agua a utilizar, posteriormente se mezcló de los agregados y cemento luego se agregó el agua hasta obtener una mezcla uniforme libre de grumos u otra irregularidad.
- Al día siguiente de su elaboración de los ladrillos se empieza con el curado de las unidades durante 1 semana también se cubrieron para evitar la pérdida rápida de humedad.

3.8.2.11.1. Equipos y materiales

- Carretilla de 4.5 pies cúbicos
- Recipientes plásticos y metálicos.
- Lampa, cucharas y reglas.

3.8.2.12. Determinar la variación de dimensiones del ladrillo. (NTP 399.613)

- Se utilizó 10 ladrillos secos enteros para cada proporción.
- Se usó una regla metálica graduada en milímetros.
- Se midió cada espécimen entero de largo, ancho y alto con precisión de un milímetro, cada medida se obtiene como promedio de las cuatro medidas entre los puntos medios del borde de cada cara.

3.8.2.12.1. Equipos y herramientas.

- Regla metálica

3.8.2.12.2. Cálculos

- La variación en porcentaje de cada dimensión se calculó con la siguiente expresión

$$V\% = \frac{DE - Mp}{DE} \times 100$$

Ecuación 16: Variación en Porcentaje.

Donde:

V: variación de dimensión en porcentaje.

DE: dimensión especificada en milímetros.

MP: medida promedio de cada lado en milímetros.

3.8.2.13. Determinar el alabeo del ladrillo. (NTP 399.613)

- La muestra fue constituida por ladrillos secos enteros, pueden utilizarse los mismos que fueron usados en la variabilidad dimensional. Según se presente el alabeo como concavidad o convexidad se siguen los siguientes pasos.
- Se colocó el borde recto de la regla ya sea longitudinalmente o sobre una diagonal de una de las caras mayores (cara de asiento), luego se introdujo una cuña en el punto correspondiente de la flecha máxima, después se efectúa la lectura con precisión de 1mm y se registra el valor obtenido. (Concavidad)
- Se colocó el borde recto de la regla sobre una diagonal o bien sobre 2 aristas opuestas de una de las caras mayores del ladrillo, luego se introdujo en cada vértice una cuña y se busca el punto de apoyo de la regla sobre la diagonal. (Convexidad)

3.8.2.13.1. Equipos y herramientas.

- Regla metálica.
- Base de vidrio.
- Cuña.

3.8.2.14. Determinar la absorción del ladrillo. (NTP 399.613)

- Se colocó las mitades de los ladrillos a horno durante 24 horas, para tener la seguridad que están secos.
- Se procedió a pesar las unidades uno a uno.
- Coloco las unidades secas en agua durante 24 horas.
- Transcurrido las 24 horas sacamos las unidades y se seca con un trapo la superficie y se pesan las muestras.
- Luego se aplica la fórmula para determinar la absorción de la unidad.

3.8.2.14.1. Equipos y herramientas.

- Horno de secado. Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Balanzas. De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones: De 0,01 g para muestras de menos de 200 g De 0,1 g para muestras de más de 200 g.
- Trapo, Espátulas y Cucharón

3.8.2.14.2. Cálculos

- La absorción en porcentaje de cada dimensión se calculó con la siguiente expresión

$$Abs = \frac{Ws - Wd}{Wd} \times 100$$

Ecuación 17: Absorción.

Donde:

Abs: Absorción.

Wd: peso seco del espécimen.

Ws: peso del espécimen saturado, después de la inmersión en agua fría.

3.8.2.15. Determinar la succión del ladrillo. (NTP 399.613)

- Se procedió a secar a los especímenes en el horno entre 110°C 115°C durante 24 horas y se pesan luego de enfriarlos a temperatura ambiente.
- Se midió el largo y ancho de la superficie del espécimen con una precisión de 1 mm, que estará en contacto con el agua.
- Se peso el espécimen con una aproximación de 0,5 g.
- Se monto la bandeja para la prueba, en la Sala de Temperatura Constante.
- Se nivelo el fondo de la bandeja de tal forma que no presente pendiente.
- Se coloco el espécimen encima de los soportes contando como tiempo cero al momento de contacto del ladrillo con el agua.
- Durante el período de contacto, 1 min \pm 1 s se mantuvo el nivel de agua en el original agregando agua según sea necesario.
- Al final del tiempo de contacto, se sacó el espécimen y se seca el agua superficial con un trapo húmedo.
- Se peso el espécimen con una precisión de 0,5 gr, la pesada se realiza en un lapso no mayor de 2 min después de su retiro del contacto con el agua.

3.8.2.15.1. Equipos y herramientas.

- Horno de secado. Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Balanzas. De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones: De 0,01 g para muestras de menos de 200 g De 0,1 g para muestras de más de 200 g.

- Bandeja o recipiente para agua, con una profundidad interior de no mayor de 12,5 mm y de un largo y ancho tales que resulte un área de no menor de 2 000 cm².
- Soporte para los ladrillos: Se usará dos barras idénticas de metal no corrosible, con sección rectangular de 5 mm de altura y de un ancho no mayor de 10 mm.
- Cronómetro: Calibrado en segundos, que indique un período de 1 minuto.

3.8.2.15.2. Cálculos

- La diferencia en peso en gramos entre la pesada final y la inicial, es el peso de agua absorbida por el ladrillo durante un minuto de contacto con el agua. Si el área de contacto difiere en más de 2.5% de 200 cm² (205 cm²) se corregirá el peso usando la expresión:

$$X = \frac{200 * W}{A}$$

Ecuación 18. Succión de Ladrillo.

Donde:

X: diferencia de pesos corregida, sobre la base de 200 cm²

W: diferencia en pesos del espécimen en g.

A: es el área de contacto de la unidad con el agua en cm².

3.8.2.16. Determinar la resistencia a la compresión del ladrillo. (NTP 399.613- NTP 339.604)

- Se colocaron las muestras al horno durante 24 horas de modo que tras 2 pesadas sucesivas la diferencia de lectura del peso de las muestras sea menor al 0.1%.
- Se Sacaron las muestras y reposaron durante 1 hora.

- Se tomo las dimensiones (largo y ancho) de la cara del ladrillo donde se aplicó la fuerza.
- Se colocaron las muestras en el equipo de compresión y se ensayaron, de este modo obtenemos la carga que soporta la unidad.

3.8.2.16.1. Equipos y herramientas.

- Horno de secado. Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Máquina de Ensayo ELE

3.8.2.16.2. Cálculos

- La resistencia del espécimen se calculó dividiendo la carga de rotura entre el área bruta de la superficie.

$$C = \frac{Pu}{A}$$

Ecuación 19. Resistencia a la Compresión del Ladrillo.

Donde:

C: resistencia a la compresión

Pu: carga de rotura

A: área bruta.

-Material de relleno

3.8.2.17.Determinación del contenido de humedad de un suelo (MTC E 108)

- Se obtuvo una muestra representativa de suelo.
- Se colocó la muestra humedad en un recipiente previamente tarado.
- Se procede a pesar la muestra humedad tarada más el recipiente.
- Luego se coloca el conjunto dentro del horno durante 24 horas a una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$.
- Transcurrido el tiempo, se determina el peso del recipiente con la muestra seca.

3.8.2.17.1. Equipos y herramientas.

- Horno de secado. Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5^{\circ} \text{C}$.
- Balanzas. De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones: De 0,01 g para muestras de menos de 200 g De 0,1 g para muestras de más de 200 g.
- Recipientes.
- Espátulas y Cucharón.

3.8.2.17.2. Cálculos

- Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula: W

$$W\% = \frac{Mcws - Mcs}{Mcs - Mc} \times 100$$

Ecuación 20. Contenido de Humedad del material de relleno.

Donde:

W = es el contenido de humedad, (%)

Mcws = es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos

M_{cs} = es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos

M_c = es el peso del contenedor, en gramos

M_w = es el peso del agua, en gramos

M_s = es el peso de las partículas sólidas, en gramos

3.8.2.18. Análisis Granulométrico de suelos por tamizado (MTC E 107)

- Primero se toma una cantidad representativa de muestra, se seca, se disgrega y se pesa el conjunto.
- Posteriormente se hace pasar por los diferentes tamices para granulometría de suelos dispuestos de mayor a menor abertura mediante agitación.
- Por último, se pesa el material retenido en cada tamiz, con lo que conocido el peso inicial de la muestra, puede determinarse el porcentaje de material que queda retenido en cada tamiz.
- A partir de estos datos se confecciona la curva granulométrica.

3.8.2.18.1. Equipos y herramientas.

- Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (N° 4). Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (N° 4).
- Estufa. Capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5 °C.
- Envases. Adecuados para el manejo y secado de las muestras.
- Cepillo y brocha. Para limpiar las mallas de los tamices.
- Tamices de malla cuadrada. Incluyen los siguientes:

Tabla 23
Tamices con su abertura

TAMICES	ABERTURA(MM)
3"	75.000
2"	50.800
1 1/2"	38.100
1"	25.400
3/4"	19.000
3/8"	9.500
Nº 4	4.760
Nº10	2.000
Nº20	0.840
Nº40	0.425
Nº60	0.260
Nº140	0.106
Nº200	0.075

FUENTE: MTC 107- Manual De Ensayos De Materiales (2016). pág. 44.

3.8.2.19. Desgaste De Los Ángeles (MTC E 207)

- La muestra para el ensayo se obtuvo mediante el tamizado separando las distintas fracciones del agregado. Las fracciones se deben lavar separadamente.
- Una vez lavado el material se procedió a introducirlo en el horno a una temperatura de 105 C y 110 C hasta que su peso sea constante.
- Una vez seleccionado el método a utilizar, se determinó el peso de la muestra a usar y luego se colocó en la máquina de Los Ángeles.
- Luego, se pone a funcionar su mecanismo a una velocidad que debe estar comprendida entre 30 y 33 revoluciones por minuto (rpm). La máquina deberá girar de manera uniforme para mantener una velocidad periférica constante.
- Una vez cumplido el número de vueltas prescritas, se descargó el material del cilindro y se procedió a efectuar una separación en la muestra ensayada del material más grueso, luego éste se lava y se seca en horno a una temperatura comprendida entre los 110 ± 5 C.

3.8.2.19.1. Equipos y herramientas.

- Máquina de desgaste de Los Ángeles.
- Balanza con capacidad de 20 Kg con apreciación de 1 g.
- Tamices.
- Horno con control de temperatura uniforme de $110\text{ C} \pm 5\text{ C}$.
- Carga abrasiva o esferas metálicas de fundición o de acero.

3.8.2.19.2. Cálculos y Resultados

- El cálculo es muy sencillo, siendo el porcentaje de desgaste igual a la diferencia entre el peso original y el peso final de la muestra ensayada, expresado en tanto por ciento del peso original y se denota de la siguiente forma:

$$\%Desgaste = \frac{(P_i - P_f)}{P_i}$$

Ecuación 21. Porcentaje de desgaste de los ángeles del material de relleno.

Donde: Pf= Peso final

Pi= Peso inicial

3.8.2.20. Limite Líquido de un suelo (MTC E 110)

- Se tomo una muestra que pese 150 - 200 g de una porción de material completamente mezclado que pase el tamiz de 0.425 mm (N° 40).
- La muestra de suelo se colocó en la vasija de porcelana y se mezcló completamente con 15 a 20 ml de agua destilada, agitándola, amasándola y tajándola con una espátula en forma alternada y repetida. Se realizo adiciones de agua de 1 a 3 ml mezclándose completamente con el suelo.
- Se coloco una porción de mezcla en la cazuela.
- Se dividió el suelo en la taza formando una línea central de dimensiones apropiadas.

- Se golpeo la taza a una velocidad de 2 golpes por segundos, hasta que se junten las masas de suelo desapareciendo la línea central formada.
- Se anoto el número de golpes requeridos para cerrar la ranura.
- Se trazo la curva de fluidez, la relación entre el contenido de humedad y el correspondiente número de golpes de la taza de bronce.

3.8.2.20.1. Equipos y herramientas.

- Máquina de desgaste de Los Ángeles.
- Recipiente para Almacenaje.
- Una vasija de porcelana de 115 mm (4 ½") de diámetro aproximadamente.
- Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud y 20 mm (¾") de ancho aproximadamente.
- Aparato del límite líquido (o de Casagrande).
- Acanalador.
- Calibrador.
- Recipientes o Pesa Filtros.
- Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0.1 gr.
- Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F) para secar la muestra

3.8.2.20.2. Cálculos y Resultados

- Se cálculo el límite líquido del suelo, expresado como porcentaje del peso del suelo secado en el horno como sigue:

$$\text{Limite Liquido} = \frac{(\text{Peso de agua})}{\text{Peso de suelo secado en el horno}} \times 100$$

Ecuación 22. Limite liquido del material de relleno.

3.8.2.21. Limite Plástico de un suelo (L.P) e Índice de Plasticidad (I.P) **(MTC E 111)**

- Se tomo aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 426 mm (N° 40), preparado para el ensayo de límite líquido.
- Se amaso con agua destilada hasta que se forme con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se tomo una porción de 1,5 gr a 2,0 gr de dicha esfera como muestra para el ensayo.
- Se moldeo la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.
- Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3.2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer un elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.
- La porción así obtenida se colocó en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g de suelo y se determina la humedad .

3.8.2.21.1. Equipos y herramientas.

- Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
- Recipiente para Almacenaje, de 115 mm (4 ½") de diámetro. •
- Balanza, con aproximación a 0.1 g.
- Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F). • Tamiz, de 426 μ m (N° 40).
- Agua destilada.
- Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.

- Superficie de rodadura.

3.8.2.21.2. Cálculos y Resultados

- Se cálculo el límite plástico del suelo, expresado como porcentaje del peso del suelo secado en el horno como sigue:

$$\text{Limite Plastico} = \frac{(\text{Peso de agua})}{\text{Peso de suelo secado en el horno}} \times 100$$

Ecuación 23. Limite plástico del material de relleno.

- Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$$\text{Indice Plastico} = L.L - L.P$$

Ecuación 24. Índice de Plasticidad del material de relleno.

Donde: L.L. = Límite Líquido

L.P. = Límite Plástico

3.8.2.22. Ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo insitu mediante el método del cono de arena (MTC E 117)

- Se preparo la superficie donde se aplicó el método del cono de arena, la superficie tiene que ser un plano nivelado.
- Se coloco el plato de la base sobre la superficie plana, asegurándose de que existe contacto con la superficie del terreno alrededor del borde del orificio central.
- Se lleno el espacio con arena del aparato, la masa de la arena utilizada para llenar el espacio fue determinada, luego se rellenó el aparato y se determinó una nueva masa inicial del mismo y de la arena antes de iniciar con la prueba.
- Se determino la masa del aparato con la arena restante, y se registró para posteriormente realizar el cálculo.

- Se determino la masa del material húmedo que se extrajo del orificio de prueba.
- Para determinar el contenido de humedad se aplicó el Método de Ensayo MTC E 108.

3.8.2.22.1. Equipos y herramientas.

- Aparato de Densidad de Cono de Arena, que consiste en lo siguiente:

Un frasco desarmable que tenga una capacidad de volumen que exceda el volumen requerido para llenar el orificio de prueba.

Un dispositivo desarmable que consiste en una válvula cilíndricamente con orificio de $\frac{1}{2}$ mm de diámetro, unido a un embudo metal, un contenedor de arena con terminación en punta conectado y a un embudo largo de metal (cono de arena) en el otro extremo.

Un plato de metal cuadrado o rectangular, con un orificio central y un borde para recibir el embudo grande (cono). La placa debe ser plana y cuadrada en la base y será como mínimo 3" (75 mm) más largo que el embudo (cono de arena) y será lo suficientemente grueso como para mantenerse rígido, con un espesor de $\frac{3}{8}$ " a $\frac{1}{2}$ " (10 a 13mm). Recipiente para Almacenaje, de 115 mm ($4\frac{1}{2}$ " de diámetro.
- Balanzas: Una balanza de capacidad mínima de 20 kg con una sensibilidad de 5,0 g de lectura.
- Equipo de Secado: Controlado termostáticamente, capaz de mantenerse a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, para determinar el contenido de humedad de la muestra extraída del hoyo.

- Equipo Diverso: Cuchillo, pico pequeño, cincel, espátula pequeña, destornillador o cucharas para excavar el hoyo del ensayo, cubos con tapa, latas de estaño sin costuras laterales ó de aluminio con tapa, costales plásticos u otro recipiente adecuado para retener la densidad y humedad de la muestra y la densidad de la arena; termómetro para la determinación de la temperatura del agua, brocha pequeña, calculadora, libreta de apuntes, etc.

3.8.2.22.2. Cálculos y Resultados

- Se cálculo el volumen del orificio de la siguiente manera:

$$V = \frac{(M1 - M2)}{P1} \times 100$$

Ecuación 25. Volumen del orificio.

- Donde:

V = Volumen del orificio de prueba, cm³.

M1 = masa de la arena utilizada para llenar el orificio de prueba, embudo y plato de base.

M2 = masa de la arena utilizada para llenar el embudo y el plato de base.

P1 = densidad del volumen de la arena, g/cm³.

- Se cálculo la masa seca del material extraído del orificio de la siguiente manera:

$$M4 = \frac{(100 * M3)}{(W + 100)}$$

Ecuación 26. Masa seca del material extraído del orificio.

Donde:

W = contenido de humedad del material extraído del orificio de prueba, %.

M3 = masa húmeda del material del hueco de ensayo, g.

M_4 = masa seca del material del hueco de ensayo, g.

- Se Calculo la densidad húmeda y seca in-situ del material ensayado de la siguiente manera:

$$P_m = M_3 / V$$

Ecuación 27. Densidad húmeda del material de relleno.

$$P_d = M_4 / V$$

Ecuación 28. Densidad seca del material de relleno.

Donde: V = volumen del orificio de prueba, cm^3 .

M_3 = masa húmeda del material del orificio de prueba, g .

M_4 = masa seca del material del orificio de prueba, g.

P_m = densidad húmeda del material probado, o su peso unitario húmedo gm, en g/cm^3

P_d = densidad seca del material probado, o su peso unitario seco yd, en g/cm^3

3.8.2.23. Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado) (MTC E 115)

- Sin secado previo se pasó la muestra a través del tamiz N° 4 (4,75 mm), 3/8 pulg (9,5 mm) ó 3/4 pulg (19,0 mm).
- Se Determino el contenido de agua del suelo procesado.
- Se Preparo cinco especímenes con contenidos de agua de modo que éstos tengan un contenido de agua lo más cercano al óptimo estimado.
- Se uso aproximadamente 5 lb (2,3 kg) del suelo tamizado en cada espécimen que se compacta.
- Se determino y anoto la masa del molde ó molde y el plato de base.

- Se ensambla y aseguro el molde y el collar al plato base.
- Se coloco el suelo suelto dentro del molde y se extendió en una capa de espesor uniforme.
- Suavemente se apisono el suelo hasta que este no esté en estado suelto o esponjoso, usando el pisón manual de compactación o un cilindro de 2 pulg (5 mm) de diámetro.
- Se compacto el espécimen en cinco capas. Después de la compactación, cada capa deberá tener aproximadamente el mismo espesor.
- Se Compacto cada capa con 25 golpes para el molde de 4 pulgadas (101,6 mm) ó 56 golpes para el molde de 6 pulgadas (152,4 mm).

3.8.2.23.1. Equipos y herramientas.

- Ensamblaje del Molde.
- El collar de extensión debe de alinearse con el interior del molde, la parte inferior del plato base y del área central ahuecada que acepta el molde cilíndrico debe ser plana.
- Molde de 4 pulgadas. Un molde que tenga en promedio $4,000 \pm 0,016$ pulg ($101,6 \pm 0,4$ mm) de diámetro interior, una altura de $4,584 \pm 0,018$ pulg ($116,4 \pm 0,5$ mm) y un volumen de $0,0333 \pm 0,0005$ pie³ (944 ± 14 cm³).
- Molde de 6 pulgadas. Un molde que tenga en promedio $6,000 \pm 0,026$ pulg ($152,4 \pm 0,7$ mm) de diámetro interior, una altura de: $4,584 \pm 0,018$ pulg ($116,4 \pm 0,5$ mm) y un volumen de $0,075 \pm 0,0009$ pie³ ($2\ 124 \pm 25$ cm³). •
- Pisón ó Martillo. Un pisón operado manualmente ó mecánicamente. El pisón debe caer libremente a una distancia de $18 \pm 0,05$ pulg ($457,2 \pm 1,6$ mm) de la superficie de espécimen.
- Balanza. Una balanza de aproximación de 1 gramo.

- Horno de Secado. Con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una temperatura uniforme de 230 ± 9 °F (110 ± 5 °C) a través de la cámara de secado.
- Una regla metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 10 pulgadas (254 mm). La longitud total de la regla recta debe ajustarse directamente a una tolerancia de $\pm 0,005$ pulg ($\pm 0,1$ mm). El borde de arrastre debe ser biselado si es más grueso que $1/8$ pulg (3 mm).
- Tamices ó Mallas. De $3/4$ pulg (19,0 mm), $3/8$ pulg (9,5 mm) y N° 4 (4,75mm), conforme a los requisitos de la especificación ASTM E11 .
- Herramientas de Mezcla. Diversas herramientas tales como cucharas, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. ó un aparato mecánico apropiado para la mezcla completo de muestra de suelo con incrementos de agua.

3.8.2.23.2. Cálculos y Resultados

- Se cálculo el peso unitario seco mediante la siguiente formula:

$$Pm = \frac{(Mt - Mmd)}{V} \times 1000$$

Ecuación 29. Densidad húmeda del material de relleno compactado.

Donde:

Pm = Densidad Húmeda del espécimen compactado (Mg/m³)

Mt = Masa del espécimen húmedo y molde (kg)

Mmd = Masa del molde de compactación (kg)

V = Volumen del molde de compactación (m³)

$$Pd = \frac{(Pm)}{1 + \frac{w}{100}}$$

Ecuación 30. Densidad seca del material de relleno compactado.

Donde:

Pd = Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m³)

w = contenido de agua (%)

$$W_{sat} = \frac{(Yw)(Gs) - Yd}{(Yd)(Gs)} \times 1000$$

Ecuación 31. Contenido de humedad para una saturación completa.

Donde:

W_{sat} = Contenido de agua para una saturación completa (%).

Y_w = Peso unitario del agua 9,807kN/m³ ó (62,43 lbf/ pie³).

Y_d = Peso unitario seco del suelo.

G_s = Gravedad específica del suelo.



**CAPITULO
III**

**RESULTADOS Y
DISCUSIÓN.**

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de los ensayos realizados a los agregados

- NTP 400.012 / ASTM C136 “Análisis granulométrico del agregado grueso”

Tabla 24

Granulometría del agregado grueso.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136 / NTP 400.012)						
Peso inicial seco (gr)		6500.00				
Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido o Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa	Tamaño Máximo Nominal
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	0.000	100.000	
1"	25.400	0.000	0.000	0.000	100.000	
3/4"	19.000	375.000	5.769	5.769	94.231	3/4"
1/2"	12.500	1800.000	27.692	33.462	66.538	
3/8"	9.500	1500.000	23.077	56.538	43.462	
N° 04	4.750	2800.000	43.077	99.615	0.385	
Cazoleta		25.000	0.385	100.000	0.000	
TOTAL		6500.000	100.000			

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

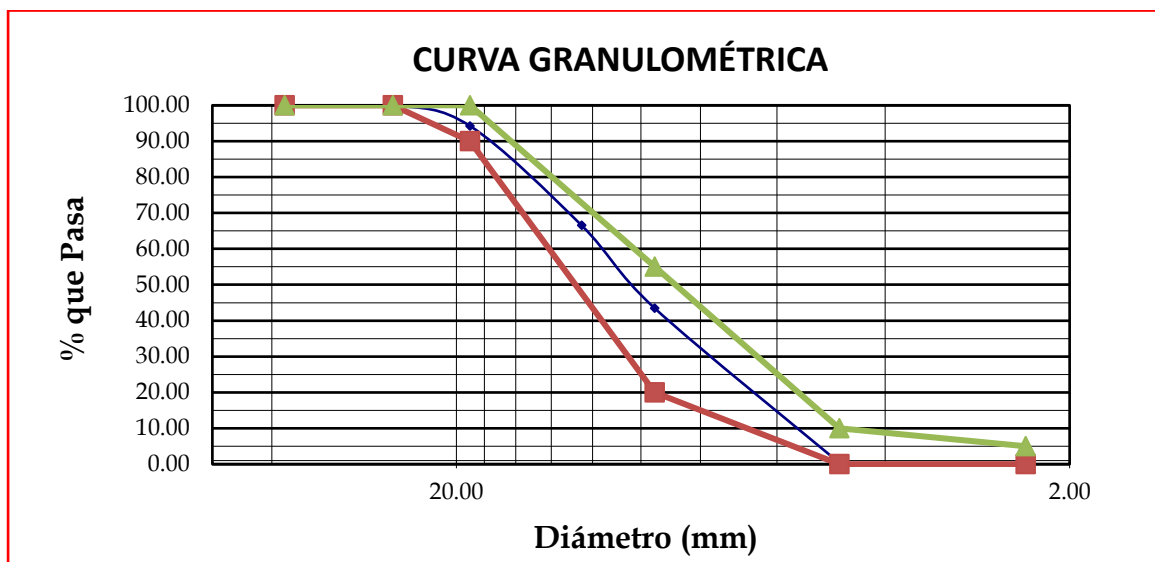


Figura 4. Curva Granulométrica del agregado grueso.

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- NTP 400.012 / ASTM C136 “Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado”

Tabla 25

Granulometría del agregado grueso reciclado.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136 / NTP 400.012)

Peso inicial seco (gr)		3500.00				
Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa	Tamaño Máximo Nominal
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	0.000	100.000	
1"	25.400	0.000	0.000	0.000	100.000	
3/4"	19.000	185.000	5.286	5.286	94.714	3/4"
1/2"	12.500	1129.000	32.257	37.543	62.457	
3/8"	9.500	930.000	26.571	64.114	35.886	
N° 04	4.750	1250.480	35.728	99.842	0.158	
Cazoleta		5.520	0.158	100.000	0.000	
TOTAL		3500.000	100.000			

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

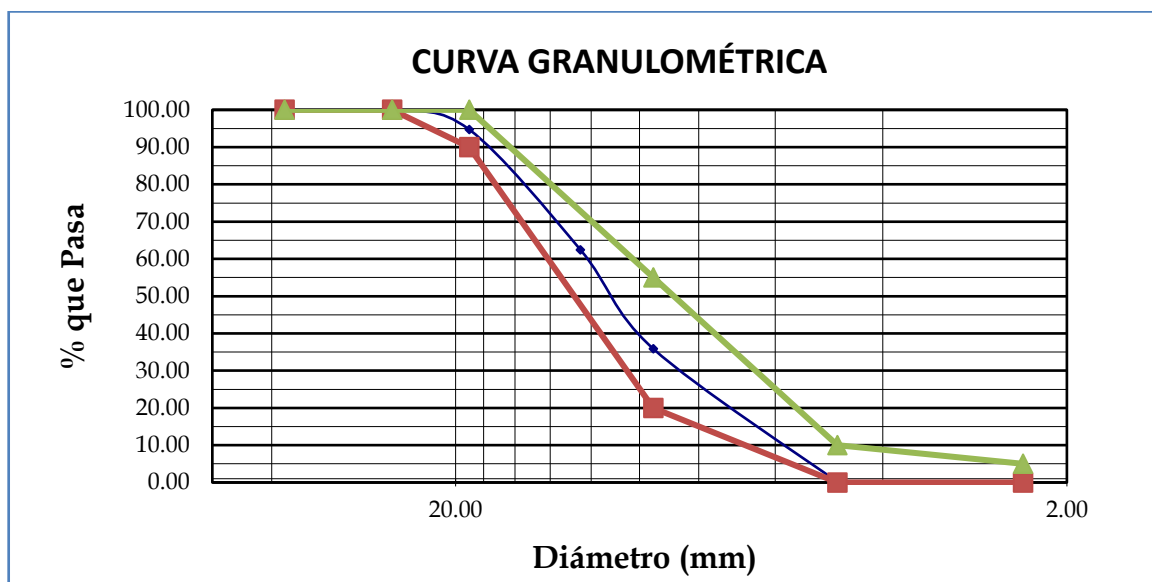


Figura 5. Curva Granulométrica del agregado grueso reciclado.

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- NTP 400.012 / ASTM C136 “Análisis granulométrico del agregado fino”

Tabla 26

Granulometría del agregado grueso.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136 / NTP 400.012)					
Peso inicial seco (gr)					1000.00
Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	0.000	100.000
1"	25.400	0.000	0.000	0.000	100.000
3/4"	19.050	0.000	0.000	0.000	100.000
1/2"	12.500	0.000	0.000	0.000	100.000
3/8"	9.500	0.000	0.000	0.000	100.000
N° 04	4.750	12.000	1.200	1.200	98.800
N° 08	2.360	80.000	8.000	9.200	90.800
N° 16	1.180	250.000	25.000	34.200	65.800
N° 30	0.600	293.800	29.380	63.580	36.420
N° 50	0.300	220.300	22.030	85.610	14.390
N° 100	0.150	68.400	6.840	92.450	7.550
N° 200	0.074	60.500	6.050	98.500	1.500
Cazoleta		15.000	1.500	100.000	0.000
TOTAL		1000.000	100.000		

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

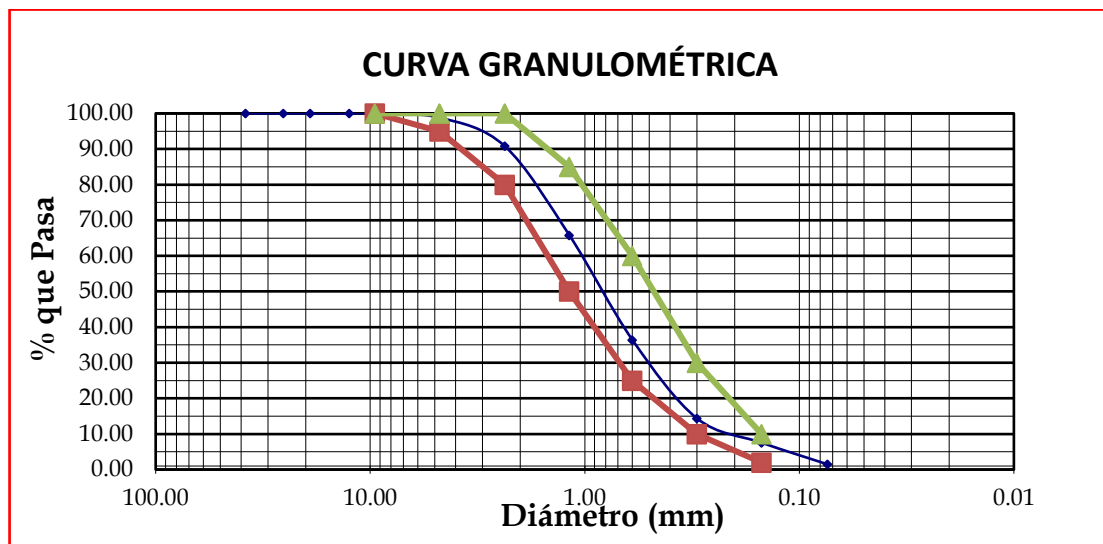


Figura 6 .Curva Granulométrica del agregado fino.

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- NTP 400.012 / ASTM C136 “Análisis granulométrico del agregado fino reciclado”

Tabla 27

Granulometría del agregado fino reciclado.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136 / NTP 400.012)					
Peso inicial seco (gr)					1200.00
Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	0.000	100.000
1"	25.400	0.000	0.000	0.000	100.000
3/4"	19.050	0.000	0.000	0.000	100.000
1/2"	12.500	0.000	0.000	0.000	100.000
3/8"	9.500	0.000	0.000	0.000	100.000
N° 04	4.750	30.000	2.500	2.500	97.500
N° 08	2.360	60.000	5.000	7.500	92.500
N° 16	1.180	260.000	21.667	29.167	70.833
N° 30	0.600	300.000	25.000	54.167	45.833
N° 50	0.300	350.000	29.167	83.333	16.667
N° 100	0.150	100.000	8.333	91.667	8.333
N° 200	0.074	70.000	5.833	97.500	2.500
Cazoleta		30.000	2.500	100.000	0.000
TOTAL		1200.000	100.000		

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

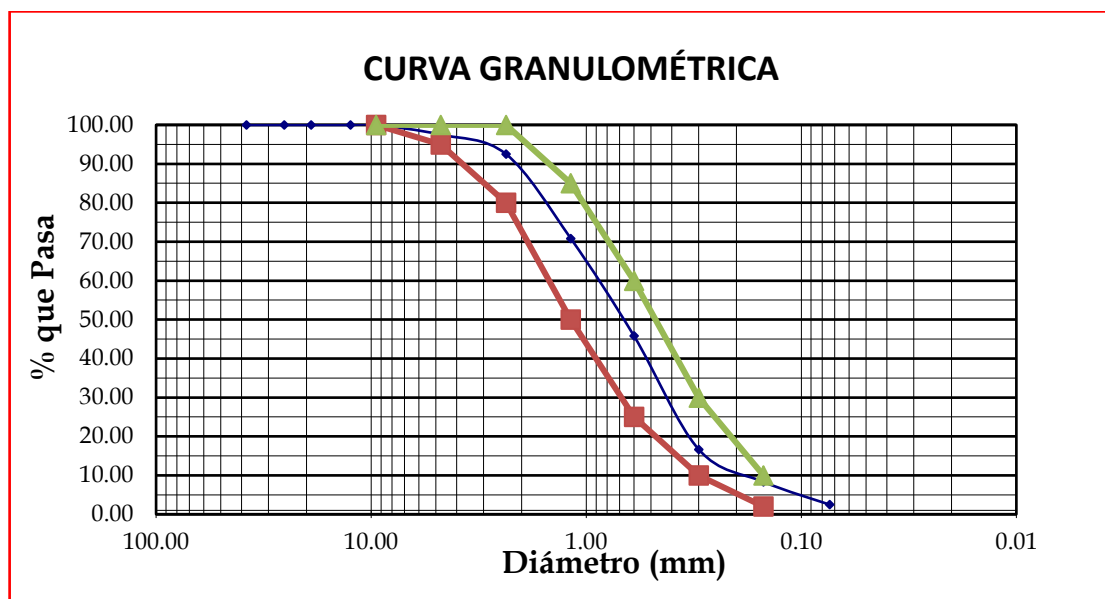


Figura 7. Curva Granulométrica del agregado fino.

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- **NTP 400.012 / ASTM C136 “Análisis granulométrico del confitillo reciclado”**

Tabla 28

Granulometría del confitillo reciclado.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136 / NTP 400.012)

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	0.000	100.000
1"	25.400	0.000	0.000	0.000	100.000
3/4"	19.000	0.000	0.000	0.000	100.000
1/2"	12.500	0.000	0.000	0.000	100.000
3/8"	9.500	4.000	0.308	0.308	99.692
N° 04	4.750	253.000	19.462	19.769	80.231
N° 08	2.360	1009.000	77.615	5.970	0.459
N° 16	1.180	30.000	2.308	0.178	0.014
Cazoleta		4.000	0.308	20.077	79.923
TOTAL		1300.000	100.000		

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

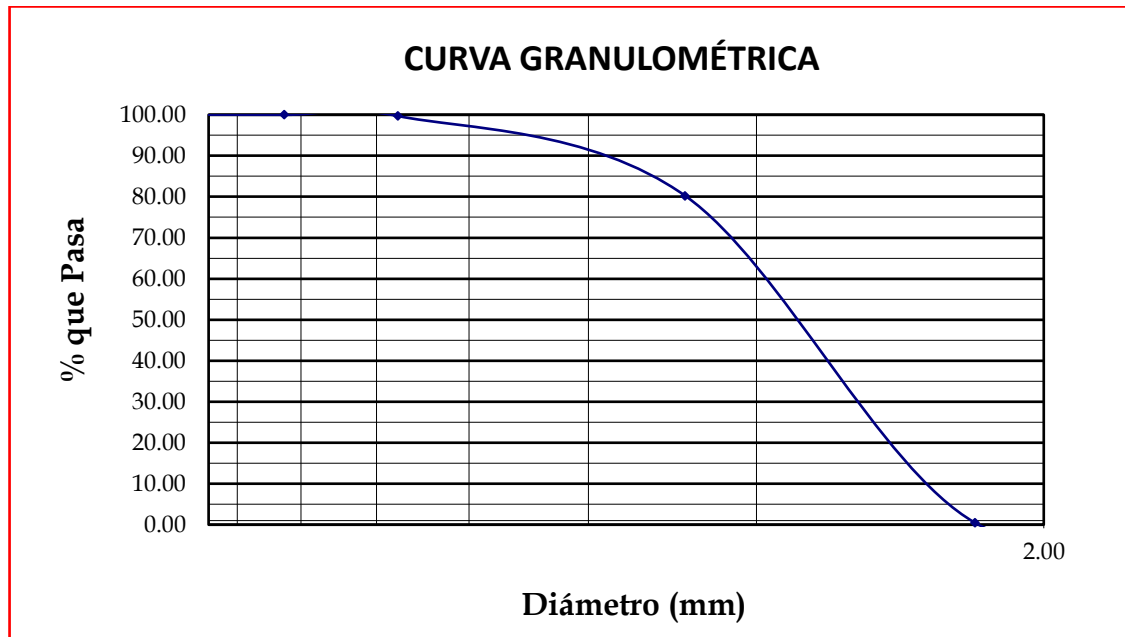


Figura 8 .Curva Granulométrica del Confitillo.

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- **NTP 400.017 / ASTM C29 Peso unitario suelto y compactado del agregado**

grueso

Tabla 29

Peso Unitario Suelto del agregado grueso.

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C-29 / NTP 400.017)				
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - RUBÉN			
DESCRIPCIÓN	M 1	M 12	M 3	
001 Peso del molde (gr)	3575.00	3575.00	3575.00	
002 Volumen del molde (cm3)	8916.60	8916.60	8916.60	PROMEDIO
003 Peso del molde + muestra compactada (gr)	18080.00	18250.00	17990.00	
004 Peso de la muestra compactada (gr)	14505.00	14675.00	14415.00	
005 Peso Unitario Compactado (Kg/m3)	1626.74	1645.81	1616.65	1629.73

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 30

Peso Unitario Compactado del agregado grueso.

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C-29 / NTP 400.017)				
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - RUBÉN			
DESCRIPCIÓN	M 1	M 12	M 3	PROMEDIO
001 Peso del molde (gr)	3575	3575	3575	
002 Volumen del molde (cm3)	8916.6	8916.6	8916.6	
003 Peso del molde + muestra compactada (gr)	19310	19780	19000	
004 Peso de la muestra compactada (gr)	15735	16205	15425	
005 Peso Unitario Compactado (Kg/m3)	1764.6 9	1817.4	1729.9 2	1770.67

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- **NTP 400.017 / ASTM C29 Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso reciclado.**

Tabla 31

Peso Unitario Suelto del agregado grueso reciclado.

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C-29 / NTP 400.017)				
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO RECICLADO			
DESCRIPCIÓN	M 1	M 12	M 3	PROMEDIO
0001 Peso del molde (gr)	3075	3075	3075	
0002 Volumen del molde (cm3)	9009	9009	9009	
0003 Peso del molde + muestra compactada (gr)	15040	14986	14615	
0004 Peso de la muestra compactada (gr)	11965	11911	11540	
0005 Peso Unitario Compactado (Kg/m3)	1328.12	1322.12	1280.94	1310.39

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 32

Peso Unitario Compactado del agregado grueso reciclado.

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C-29 / NTP 400.017)				
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO RECICLADO			
DESCRIPCIÓN	M 1	M 12	M 3	PROMEDIO
0001 Peso del molde (gr)	3075	3075	3075	
0002 Volumen del molde (cm3)	9009	9009	9009	
0003 Peso del molde + muestra compactada (gr)	16165	15968	16351	
0004 Peso de la muestra compactada (gr)	13090	12893	13276	
0005 Peso Unitario Compactado (Kg/m3)	1452.99	1431.12	1473.64	1452.58

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- **NTP 400.017 / ASTM C29 Peso unitario suelto del agregado fino.**

Tabla 33

Peso Unitario suelto del agregado fino.

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C-29 / NTP 400.017)					
MUESTRA		: AGREGADO FINO - RUBÉN			
DESCRIPCIÓN		M 1	M 12	M 3	PROMEDIO
001	Peso del molde (gr)	3575.00	3575.00	3575.00	
002	Volumen del molde (cm3)	8916.60	8916.60	8916.60	
003	Peso del molde + muestra suelta (gr)	18380.00	18240.00	18559.00	
004	Peso de la muestra suelta (gr)	14805.00	14665.00	14984.00	
005	Peso Unitario Suelto (Kg/m3)	1660.39	1644.69	1680.46	1661.84

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- **NTP 400.017 / ASTM C29 Peso unitario suelto del agregado fino reciclado.**

Tabla 34

Peso Unitario suelto del agregado fino reciclado.

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C-29 / NTP 400.017)					
MUESTRA		: AGREGADO FINO RECICLADO			
DESCRIPCIÓN		M 1	M 12	M 3	PROMEDIO
1	Peso del molde (gr)	3590.00	3590.00	3590.00	
2	Volumen del molde (cm3)	8916.60	8916.60	8916.60	
3	Peso del molde + muestra suelta (gr)	17210.00	17210.00	17210.00	
4	Peso de la muestra suelta (gr)	13620.00	13530.00	13620.00	
5	Peso Unitario Suelto (Kg/m3)	1527.49	1517.39	1527.49	1524.12

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- **NTP 400.022 / ASTM C128 Peso específico y absorción del agregado fino natural y reciclado.**

Tabla 35

Peso Específico - Absorción del agregado Fino.

PESO ESPECIFICO - ABSORCIÓN (ASTM C127 / NTP 400.022)

MUESTRA : AGREGADO FINO - RUBÉN

001	S = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr) :	500
002	A = Peso de la muestra seca (gr)	496
003	B = Peso del picnómetro + agua (gr)	536.5
004	C = Peso del picnómetro + muestra saturada superficialmente seca + agua (gr)	839
005	Peso Específico Nominal	2.56
006	Absorción (%)	0.81

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 36

Peso Específico - Absorción del agregado Fino reciclado.

PESO ESPECIFICO - ABSORCIÓN (ASTM C127 / NTP 400.021)

**MUESTRA : AGREGADO FINO
RECICLADO**

01	S = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	500.00
02	A = Peso de la muestra seca (gr)	472.00
03	B = Peso del picnómetro + agua (gr)	569.00
04	C = Peso del picnómetro + muestra saturada superficialmente seca + agua (gr)	839.00
05	Peso Específico Nominal	2.34
06	Absorción (%)	5.93

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- NTP 400.021 / ASTM C127 - Peso específico y absorción del agregado grueso natural y reciclado.

Tabla 37

Peso Específico - Absorción del agregado Grueso

PESO ESPECIFICO - ABSORCIÓN (ASTM C127 / NTP 400.021)		
MUESTRA : AGREGADO GRUESO - RUBÉN		
001	A = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	4.04
002	B = Peso de la muestra seca (gr)	4.03
003	C = Peso de la muestra sumergida (gr)	2.59
004	Peso Específico Nominal	2.8
005	Absorción (%)	0.3

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 38

Peso Específico - Absorción del agregado Grueso Reciclado

PESO ESPECIFICO - ABSORCIÓN (ASTM C127 / NTP 400.021)		
MUESTRA : AGREGADO GRUESO RECICLADO		
0001	A = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	4.20
0002	B = Peso de la muestra seca (gr)	4.03
0003	C = Peso de la muestra sumergida (gr)	2.34
0004	Peso Específico Nominal	2.38
0005	Absorción (%)	4.22

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- **NTP 339.185 / ASTM D2216 - Contenido de humedad del agregado grueso.**

Tabla 39

Contenido de Humedad del agregado Grueso

CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185 / ASTM D2216)				
MUESTRA: AGREGADO GRUESO - RUBÉN				
DESCRIPCIÓN	MUESTRAS			
	M1	M2	M3	
1	Peso de la tara (gr)	24.978	28.095	27.751
2	Peso tara + suelo húmedo (gr)	66.648	72.035	67.491
3	Peso tara + suelo seco (gr)	66.558	71.895	67.361
4	Peso del agua (gr)	0.09	0.14	0.13
5	Peso del suelo seco (gr)	41.58	43.8	39.61
6	Contenido de humedad (%)	0.22	0.32	0.33
PROMEDIO		0.29		

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- **NTP 339.185 / ASTM D2216 - Contenido de humedad del agregado grueso reciclado.**

Tabla 40

Contenido de Humedad del agregado Grueso reciclado

CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185 / ASTM D2216)				
MUESTRA : AGREGADO GRUESO RECICLADO				
DESCRIPCIÓN	MUESTRAS			
	M1	M2	M3	
1	Peso de la tara (gr)	24.879	28.951	27.514
2	Peso tara + suelo húmedo (gr)	66.648	72.201	67.486
3	Peso tara + suelo seco (gr)	66.491	72.018	67.35
4	Peso del agua (gr)	0.157	0.183	0.136
5	Peso del suelo seco (gr)	41.612	43.067	39.836
6	Contenido de humedad (%)	0.38	0.42	0.34
PROMEDIO		0.38		

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- **NTP 339.185 / ASTM D2216 - Contenido de humedad del agregado fino natural y reciclado.**

Tabla 41

Contenido de Humedad del agregado Fino.

CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185 / ASTM D2216)				
MUESTRA : AGREGADO FINO - RUBÉN				
	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS		
		M1	M2	M3
001	Peso de la tara (gr)	24.978	28.895	27.851
002	Peso tara + suelo húmedo (gr)	70.648	72.035	67.491
003	Peso tara + suelo seco (gr)	68.158	69.69	64.311
004	Peso del agua (gr)	2.49	2.35	3.18
005	Peso del suelo seco (gr)	43.18	40.8	36.46
0006	Contenido de humedad (%)	5.77	5.75	8.72
PROMEDIO			6.75	

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 42

Contenido de Humedad del agregado Fino reciclado.

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216-80)				
MUESTRA : AGREGADO FINO - RECICLADO				
	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS		
		M1	M2	M3
01	Peso de la tara (gr)	24.978	28.095	27.751
02	Peso tara + suelo húmedo (gr)	70.648	72.035	67.491
03	Peso tara + suelo seco (gr)	70.158	71.960	67.361
04	Peso del agua (gr)	0.49	0.08	0.13
05	Peso del suelo seco (gr)	45.18	43.87	39.61
06	Contenido de humedad (%)	1.08	0.17	0.33
PROMEDIO:			0.53	

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- NTP 339.185 / ASTM D2216 - Contenido de humedad del confitillo.

Tabla 43

Contenido de Humedad del confitillo reciclado.

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216-80)				
MUESTRA : CONFITILLO				
	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS		
		M1	M2	M3
01	Peso de la tara (gr)	24.456	24.124	26.321
02	Peso tara + suelo húmedo (gr)	69.148	69.135	61.491
03	Peso tara + suelo seco (gr)	69.118	69.055	61.361
04	Peso del agua (gr)	0.03	0.08	0.13
05	Peso del suelo seco (gr)	44.66	44.93	35.04
06	Contenido de humedad (%)	0.07	0.18	0.37
PROMEDIO:		0.21		

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

4.2. Diseño de mezcla.

4.2.1. Diseño de mezcla con agregados naturales.

Tabla 44

Diseño De Mezcla Con Agregados Naturales.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESPECIFICADA (F´C)	210 kg/cm ²
1. Desviación estándar:	84 kg/cm ²
2. Resistencia Promedio Requerida F´cr:	294 kg/cm ²
3. Peso específico del cemento:	3.11 gr/cm ³
4. Ingresar Slump:	3" a 4"
5. Tamaño máximo del agregado:	3/4"
6. Peso específico del agua:	1000 kg/m ³
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO	
1. Peso Específico:	2.56 gr/cm ³
2. Módulo de Fineza:	2.9
3. Porcentaje de Absorción:	0.81%
4. Contenido de Humedad:	3.738 %
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO	
1. Peso Específico:	2.8 gr/cm ³
2. Peso Volumétrico Suelto:	1629.73 kg/m ³
3. Peso Volumétrico Compactado Seco:	1770.67 kg/m ³
4. Porcentaje de Absorción:	0.3 %
5. Contenido de Humedad:	0.29 %

SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA Y PORCENTAJE SEGÚN TABLA

1. Peso del agua de amasado (Ref. Tabla 1)	205 kg
2. Volumen del agua	0.205 m ³
3. Porcentaje de aire atrapado (Ref. Tabla 1)	2.00 %

SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA /CEMENTO SEGÚN TABLA

	Rango F'c	Rango A/C
1. Relación Agua/Cemento	250 kg/cm ²	0.62
(Ref. Tabla 2, interpolación lineal)	294 kg/cm ²	0.56
	300 kg/cm ²	0.55

CONTENIDO DE CEMENTO

1. Peso del cemento	367.120 kg
2. Volumen del cemento	0.118 m ³

SELECCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

	Mod. Fineza	Rango Agregado.
1. Volumen del agregado grueso compactado en seco		
(Ref. Tabla 3, interpolación lineal)	2.8	0.62 m ³
	2.86	0.612 m ³
	3	0.60 m ³
2. Volumen del agregado grueso		0.387 m ³
3. Peso del agregado grueso		1083.65 kg/m ³

VOLÚMENES ABSOLUTOS

Componente	Volumen Absoluto	Peso Especifico	Peso	Proporción (en peso)
1. Cemento	0.118 m ³	3110 kg/m ³	367.12 kg	1.00
2. Arena (seca)	0.270 m ³	2563 kg/m ³	691.88 kg	1.88
3. Piedra (seca)	0.387 m ³	2800 kg/m ³	1083.65 kg	2.95
4. Agua	0.205 m ³	1000 kg/m ³	205.00 kg	23.73 Lt/saco
5. Aire	0.020 m ³			
TOTAL	1.000 m ³		2347.65 kg	

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Componente	Peso Absoluto	Corrección por Humedad	Peso Corregido
1. Peso arena húmeda	691.88 kg	1.0374	717.15 kg
2. Peso piedra húmeda	1083.65 kg	1.0029	1086.77 kg

APORTE DE AGUA

Elemento	Humedad	Absorción	Humedad Superficial	Contribución de agua
1. Arena	3.738 %	0.806 %	2.932 %	20.29 kg
2. Piedra	0.288 %	0.298 %	-0.01 %	-0.11 kg

PROPORCIÓN FINAL CORREGIDO POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN

Componente	Peso Absoluto	Corrección	Peso Corregido	Proporción (en peso)
1. Cemento	367.12 kg		367.12 kg	1.00
2. Arena	691.88 kg	1.0374	717.75 kg	1.96
3. Piedra	1083.65 kg	1.0029	1086.77 kg	2.96
4. Agua	205.00 kg	20.18 kg	184.82 kg	21.40 Lt/saco

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

4.2.2. Diseño de mezcla con agregado grueso reciclado al 40%.

Tabla 45

Diseño De Mezcla Con Agregado Grueso Reciclado al 40%.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESPECIFICADA (F'c)	
	210 kg/cm ²
1. Desviación estándar:	84 kg/cm ²
2. Resistencia Promedio Requerida F'cr:	294 kg/cm ²
3. Peso específico del cemento:	3.11 gr/cm ³
4. Ingresar Slump:	3" a 4"
5. Tamaño máximo del agregado:	3/4"
6. Peso específico del agua:	1000 kg/m ³
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO	
1. Peso Específico:	2.56 gr/cm ³
2. Módulo de Fineza:	2.9
3. Porcentaje de Absorción:	0.81%
4. Contenido de Humedad:	3.738 %
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO	
1. Peso Específico:	2.8 gr/cm ³
2. Peso Volumétrico Suelto:	1629.73 kg/m ³
3. Peso Volumétrico Compactado Seco:	1770.67 kg/m ³
4. Porcentaje de Absorción:	0.3 %
5. Contenido de Humedad:	0.29 %

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO RECICLADA

1. Peso Específico:	2.4gr/cm ³
2. Peso Volumétrico Suelto:	1310.39 kg/m ³
3. Peso Volumétrico Compactado Seco:	1452.58 kg/m ³
4. Porcentaje de Absorción:	4.2%
5. Contenido de Humedad:	0.38 %

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO RESULTANTE

1. Peso Específico:	2.6gr/m ³
2. Peso Volumétrico Suelto:	1446.2 kg/m ³
3. Peso Volumétrico Compactado Seco:	1600.14 kg/m ³
4. Porcentaje de Absorción:	1.98%
5. Contenido de Humedad:	0.4404 %

SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA Y PORCENTAJE SEGÚN TABLA

1. Peso del agua de amasado (Ref. Tabla 1)	205 kg
2. 2. Volumen del agua	0.205 m ³
3. Porcentaje de aire atrapado (Ref. Tabla 1)	2.00 %

SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA /CEMENTO SEGÚN TABLA

	Rango F'c	Rango A/C
1.Relación Agua/Cemento	250 kg/cm ²	0.62
(Ref. Tabla 2, interpolación lineal)	294 kg/cm ²	0.56
	300 kg/cm ²	0.55

CONTENIDO DE CEMENTO

1. Peso del cemento	367.120 kg
2. Volumen del cemento	0.118 m ³

SELECCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

	Mod. Fineza	Rango Agregado.
1.Volumen del agregado grueso compactado en seco (Ref. Tabla 3, interpolación lineal)	2.8	0.62 m ³
	2.86	0.612 m ³
	3	0.60 m ³
2.Volumen del agregado grueso		0.374 m ³
3.Peso del agregado grueso		979.29 kg/m ³

VOLÚMENES ABSOLUTOS

Componente	Volumen Absoluto	Peso Especifico	Peso	Proporción (en peso)
1. Cemento	0.118 m ³	3110 kg/m ³	367.12 kg	1.00
2. Arena (seca)	0.283 m ³	2563 kg/m ³	725.13 kg	1.98
3. Piedra (seca)	0.374 m ³	2618 kg/m ³	979.29 kg	2.67
4. Agua	0.205 m ³	1000 kg/m ³	205.00 kg	23.73 Lt/saco
5. Aire	0.020 m ³			
TOTAL	1.000 m³		2276.53 kg	

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Componente	Peso Absoluto	Corrección por Humedad	Peso Corregido
1. Peso arena húmeda	725.13 kg	1.0374	752.23 kg
2. Peso piedra húmeda	979.29 kg	1.0044	983.60 kg

APORTE DE AGUA

Elemento	Humedad	Absorción	Humedad Superficial	Contribución de agua
1. Arena	3.738 %	0.806 %	2.932 %	21.26 kg
2. Piedra	0.440%	1.985 %	-1.555 %	-15.13 kg

PROPORCIÓN FINAL CORREGIDO POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN

Componente	Peso Absoluto	Corrección	Peso Corregido	Proporción (en peso)
1. Cemento	367.12 kg		367.12 kg	1.00
2. Arena	725.13 kg	1.0374	752.23 kg	2.05
3. Piedra	979.29 kg	1.0044	983.60 kg	2.68
4. Agua	205.00 kg	6.13 kg	198.87 kg	23.02 Lt/saco

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

4.2.3. Diseño de mezcla con agregado grueso reciclado al 50%.

Tabla 46

Diseño De Mezcla Con Agregado Grueso Reciclado al 50%.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESPECIFICADA (F'c)	210 kg/cm ²
1. Desviación estándar:	84 kg/cm ²
2. Resistencia Promedio Requerida F'cr:	294 kg/cm ²
3. Peso específico del cemento:	3.11 gr/cm ³
4. Ingresar Slump:	3" a 4"
5. Tamaño máximo del agregado:	3/4"
6. Peso específico del agua:	1000 kg/m ³
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO	
5. Peso Específico:	2.56 gr/cm ³
6. Módulo de Fineza:	2.9
7. Porcentaje de Absorción:	0.81%
8. Contenido de Humedad:	3.738 %
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO	
6. Peso Específico:	2.8 gr/cm ³
7. Peso Volumétrico Suelto:	1629.73 kg/m ³
8. Peso Volumétrico Compactado Seco:	1770.67 kg/m ³
9. Porcentaje de Absorción:	0.3 %
10. Contenido de Humedad:	0.29 %
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO RECICLADA	
6. Peso Específico:	2.4gr/cm ³
7. Peso Volumétrico Suelto:	1310.39 kg/m ³
8. Peso Volumétrico Compactado Seco:	1452.58 kg/m ³
9. Porcentaje de Absorción:	4.2%
10. Contenido de Humedad:	0.38 %

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO RESULTANTE

6. Peso Específico:	2.7gr/m ³
7. Peso Volumétrico Suelto:	1491.5 kg/m ³
8. Peso Volumétrico Compactado Seco:	1649.3 kg/m ³
9. Porcentaje de Absorción:	3.1%
10. Contenido de Humedad:	0.48 %

SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA Y PORCENTAJE SEGÚN TABLA

Peso del agua de amasado (Ref. Tabla 1)	205 kg
Volumen del agua	0.205 m ³
Porcentaje de aire atrapado (Ref. Tabla 1)	2.00 %

SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA /CEMENTO SEGÚN TABLA

	Rango F'c	Rango A/C
Relación Agua/Cemento	250 kg/cm ²	0.62
(Ref. Tabla 2, interpolación lineal)	294 kg/cm ²	0.56
	300 kg/cm ²	0.55

CONTENIDO DE CEMENTO

1. Peso del cemento	367.120 kg
2. Volumen del cemento	0.118 m ³

SELECCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

	Mod. Fineza	Rango Agregado.
Volumen del agregado grueso compactado en seco		
(Ref. Tabla 3, interpolación lineal)	2.8	0.62 m ³
	2.86	0.612 m ³
	3	0.60 m ³
Volumen del agregado grueso		0.374 m ³
Peso del agregado grueso		1009.39kg/m ³

VOLÚMENES ABSOLUTOS

Componente	Volumen Absoluto	Peso Especifico	Peso	Proporción (en peso)
1. Cemento	0.118 m ³	3110 kg/m ³	367.12 kg	1.00
2. Arena (seca)	0.283 m ³	2563 kg/m ³	724.17 kg	1.97
3. Piedra (seca)	0.374 m ³	2618 kg/m ³	1009.39 kg	2.75
4. Agua	0.205 m ³	1000 kg/m ³	205.00 kg	23.73 Lt/saco
5. Aire	0.020 m ³			
TOTAL	1.000 m³		2305.68 kg	

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Componente	Peso Absoluto	Corrección por Humedad	Peso Corregido
1. Peso arena húmeda	724.17 kg	1.0374	751.24 kg
2. Peso piedra húmeda	1009.39 kg	1.0048	1014.22 kg

APORTE DE AGUA

Elemento	Humedad	Absorción	Humedad Superficial	Contribución de agua
1. Arena	3.738 %	0.806 %	2.932 %	21.26 kg
2. Piedra	0.4785 %	3.1 %	-2.623 %	-26.46 kg

PROPORCIÓN FINAL CORREGIDO POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN

Componente	Peso Absoluto	Corrección	Peso Corregido	Proporción (en peso)
1. Cemento	367.12 kg		367.12 kg	1.00
2. Arena	724.17 kg	1.0374	752.23 kg	2.05
3. Piedra	1009.39 kg	1.0044	1014.22 kg	2.76
4. Agua	205.00 kg	-5.23 kg	210.23 kg	24.34 Lt/saco

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

4.3. Resultados de los ensayos realizados a los testigos de concreto.

- Muestra patrón

Tabla 47

Resistencia a la compresión a los 7 días – Muestra patrón.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 7 DÍAS				
TESTIGO	CARGA (KG)	DIÁMETRO (CM)	ÁREA (CM ²)	RESISTENCIA (KG/CM ²)
T-1	36416	15.01	176.95	205.8
T-2	35123	15.1	179.08	196.1
T-3	33246	15.01	176.95	187.9
T-4	33434	14.99	176.48	189.5
PROMEDIO:				194.8

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 48

Resistencia a la compresión a los 14 días – Muestra patrón.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 14 DÍAS				
TESTIGO	CARGA (KG)	DIÁMETRO (CM)	ÁREA (CM ²)	RESISTENCIA (KG/CM ²)
T-5	40741	15.01	176.95	230.2
T-6	41125	15.02	179.08	229.6
T-7	41332	15.02	176.95	233.6
T-8	42326	14.98	176.48	239.8
PROMEDIO				233.3

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 49

Resistencia a la compresión a los 28 días – Muestra patrón.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 28 DÍAS				
TESTIGO	CARGA (KG)	D (CM)	ÁREA (CM ²)	RESISTENCIA (KG/CM ²)
T-9	50125	15.01	176.950	283.3
T-10	50327	15.1	179.079	281.0
T-11	49458	15.01	176.950	279.5
T-12	49123	14.99	176.479	278.4
PROMEDIO:				280.5

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

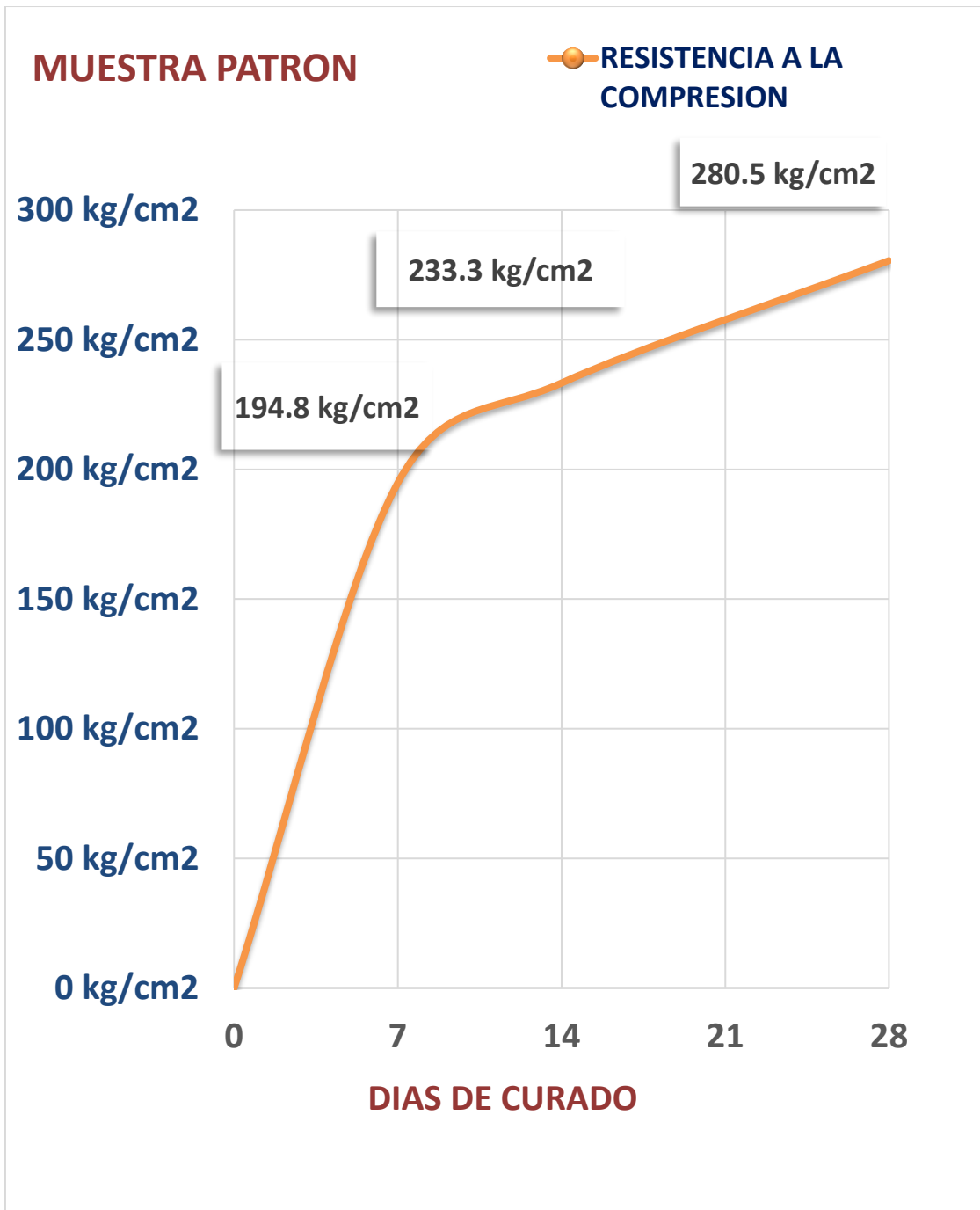


Figura 9 .Resistencia Promedio obtenida de la muestra patrón.

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- Muestra R-40%AG

Tabla 50

Resistencia a la compresión a los 7 días – Muestra R- 40% AG

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 7DÍAS				
TESTIGO	CARGA (KG)	D (CM)	ÁREA (CM ²)	RESISTENCIA (KG/CM ²)
T-1	33321	15.01	176.95	188.3
T-2	32965	15.1	179.08	184.1
T-3	31852	15.01	176.95	180.0
T-4	32021	14.99	176.48	181.4
PROMEDIO:				183.5

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 51

Resistencia a la compresión a los 14 días – Muestra R- 40% AG

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 14 DÍAS				
TESTIGO	CARGA (KG)	D (CM)	ÁREA (CM ²)	RESISTENCIA (KG/CM ²)
T-5	39647	15.01	176.95	224.1
T-6	39136	15.1	179.08	218.5
T-7	40138	15.01	176.95	226.8
T-8	38879	14.99	176.48	220.3
PROMEDIO:				222.4

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 52

Resistencia a la compresión a los 28 días – Muestra R- 40% AG

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 28 DÍAS				
TESTIGO	CARGA (KG)	D (CM)	ÁREA (CM ²)	RESISTENCIA (KG/CM ²)
T-9	47321	15.01	176.950	267.4
T-10	46896	15.1	179.079	261.9
T-11	45157	15.01	176.950	255.2
T-12	46852	14.99	176.479	265.5
PROMEDIO:				262.5

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

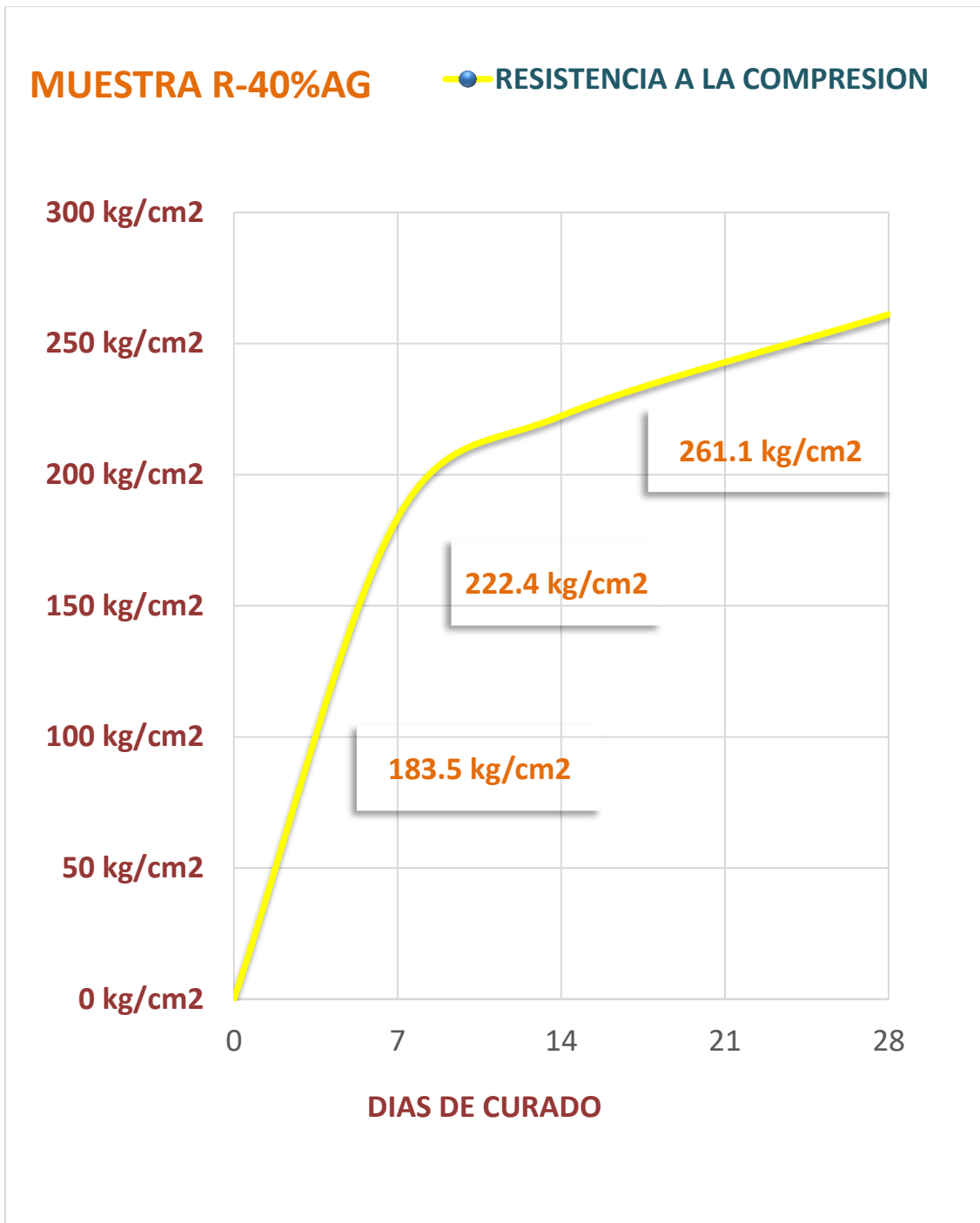


Figura 10. Resistencia Promedio obtenida de la Muestra R-40%AG.

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- Muestra R-50%AG

Tabla 53

Resistencia a la compresión a los 7 días – Muestra R- 50% AG

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – 7 DÍAS				
TESTIGO	CARGA (KG)	D (CM)	ÁREA (CM ²)	RESISTENCIA (KG/CM ²)
T-1	35005	15.00	176.95	197.8
T-2	33158	15.08	179.08	185.2
T-3	33210	15.02	176.95	187.7
T-4	33789	14.97	176.48	191.5
PROMEDIO:				190.5

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 54

Resistencia a la compresión a los 14 días – Muestra R- 50% AG

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 14 DÍAS				
TESTIGO	CARGA (KG)	D (CM)	ÁREA (CM ²)	RESISTENCIA (KG/CM ²)
T-5	40125	15.01	176.95	226.8
T-6	41321	15.1	179.08	230.7
T-7	40987	15.01	176.95	231.6
T-8	39998	14.99	176.48	226.6
PROMEDIO:				228.9

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 55

Resistencia a la compresión a los 28 días – Muestra R- 50% AG

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 28 DÍAS				
TESTIGO	CARGA (KG)	D (CM)	ÁREA (CM ²)	RESISTENCIA (KG/CM ²)
T-9	47987	15.03	176.950	271.2
T-10	47859	15.09	179.079	267.3
T-11	47852	15.02	176.950	270.4
T-12	48123	14.98	176.479	272.7
PROMEDIO:				270.4

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

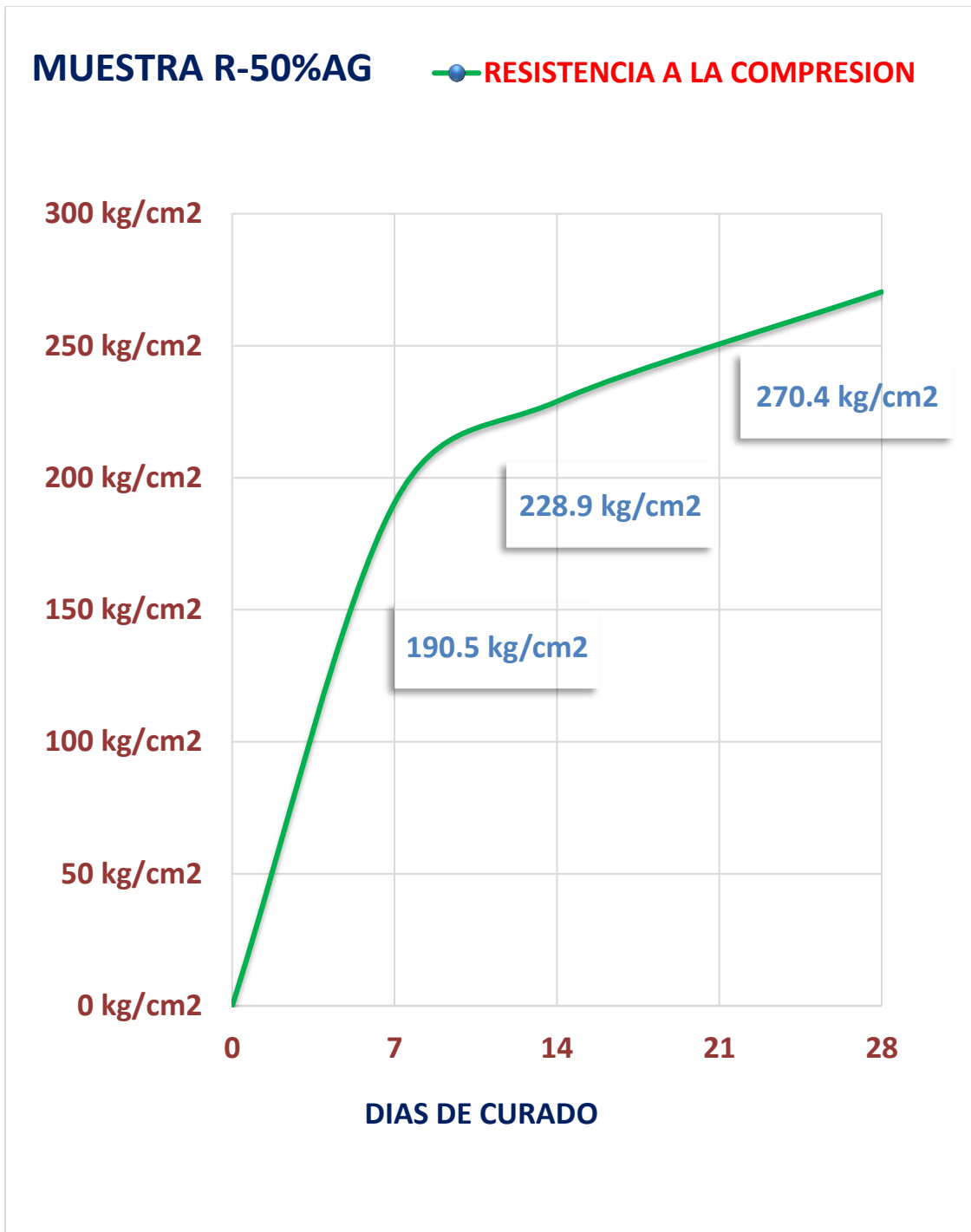


Figura 11. Resistencia Promedio obtenida de la Muestra R-50%AG.

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 56
 Muestra R- 50% AG a los 28 días.

TESTIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA (KG)	D (CM)	ÁREA (CM ²)	Resistencia (KG/CM ²)
T-1	28	42159	15.01	176.95	238.3
T-2	28	44789	15.00	176.71	253.5
T-3	28	45956	15.03	177.42	259.0
T-4	28	47852	15.05	177.89	269.0
T-5	28	48963	15.06	178.13	274.9
T-6	28	48120	14.99	176.48	272.7
T-7	28	49362	15.00	176.71	279.3
T-8	28	44785	15.07	178.37	251.1
T-9	28	45963	15.00	176.71	260.1
T-10	28	46789	15.00	176.71	264.8
T-11	28	48632	15.03	177.42	274.1
T-12	28	49632	15.05	177.89	279.0
T-13	28	48021	15.06	178.13	269.6
T-14	28	46971	14.99	176.48	266.2
T-15	28	46852	15.00	176.71	265.1
T-16	28	46321	15.07	178.37	259.7
T-17	28	46378	15.00	176.71	262.4
T-18	28	46962	15.00	176.71	265.8
T-19	28	47852	15.03	177.42	269.7
T-20	28	48521	15.05	177.89	272.8
T-21	28	43697	15.06	178.13	245.3
T-22	28	48465	14.99	176.48	274.6
T-23	28	47852	15.00	176.71	270.8
T-24	28	46931	15.07	178.37	263.1
T-25	28	45741	15.00	176.71	258.8
T-26	28	44785	15.00	176.71	253.4
T-27	28	43285	15.00	176.71	244.9
T-28	28	48214	15.03	177.42	271.7
T-29	28	49741	15.05	177.89	279.6
T-30	28	48746	15.06	178.15	273.6

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 57
Parámetros Estadísticos.

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	
1.Cantidad	30.00
2.Media	264.76
3.Mediana	266.00
4.Máximo	279.60
5.Mínimo	238.30
6.Promedio	264.76
7.Desviación estándar	10.70
8.Coeficiente de Variación	4.0

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 58
Probabilidad de Ocurrencia.

PORCENTAJE	INTERVALO	
	A	B
68.00%	254.06	275.46
95.10%	243.36	286.17
99.70%	232.66	296.87

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

CURVA DE DISTRIBUCION NORMAL

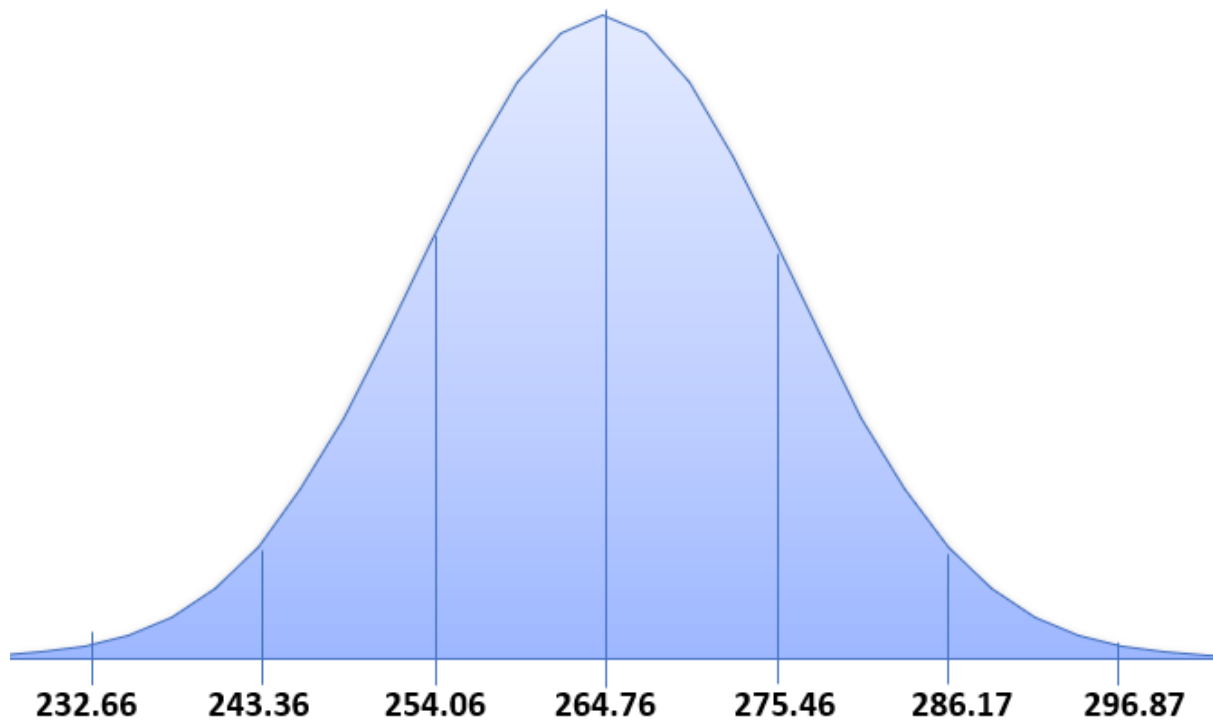


Figura 12 . Curva de Distribución Normal.

Fuente: Elaboracion Propia .(2020)

4.4. Resultados de los ensayos realizados a los ladrillos.

4.4.1. NTP 399.613 “Ensayo de variación de dimensiones”.

- Ladrillos de Dosificación 1: 3: 2

Tabla 59

Variación del ancho del ladrillo D 1: 3: 2

ESPÉCIMEN	ANCHO (cm)				A PROM
	A1	A2	A3	A4	
E1	12.8	12.9	13.0	12.9	12.9
E2	12.9	12.8	12.9	12.7	12.8
E3	13.0	12.8	13.1	12.9	13.0
E4	13.1	12.9	12.8	12.9	12.9
E5	12.7	12.8	12.7	12.7	12.7
E6	12.9	12.9	12.9	13.0	12.9
E7	13.1	13.0	13.1	12.9	13.0
E8	13.0	12.9	12.8	12.9	12.9
E9	12.9	12.7	12.8	13.0	12.9
E10	13.0	12.8	12.7	12.9	12.9
				A=	12.9
				A NOMINAL =	13
				V% =	0.87%

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 60

Variación del largo del ladrillo D 1: 3: 2

ESPÉCIMEN	LARGO (cm)				L PROM
	L1	L2	L3	L4	
E1	21.2	21.0	21.1	21.3	21.2
E2	21.2	21.2	21.2	21.4	21.3
E3	21.3	21.3	21.4	21.1	21.3
E4	21.3	21.1	21.6	21.2	21.3
E5	21.1	21.2	21.3	21.0	21.2
E6	21.2	21.2	21.4	21.2	21.3
E7	21.4	21.1	21.1	21.1	21.2
E8	21.3	21.4	21.1	21.2	21.3
E9	21.3	21.4	21.1	21.2	21.3
E10	21.1	21.6	21.2	21.0	21.2
				A=	21.2
				A NOMINAL =	21
				V% =	-1.08%

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 61
 Variación de la altura del ladrillo D 1: 3: 2

ESPÉCIMEN	ALTURA (cm)				
	H1	H2	H3	H4	H PROM
E1	8.0	8.1	8.2	8.3	8.2
E2	7.9	8.2	8.3	8.0	8.1
E3	8.0	8.2	8.1	8.2	8.1
E4	8.0	8.3	8.1	8.3	8.2
E5	8.0	7.6	7.8	7.6	7.8
E6	8.0	8.2	8.3	8.2	8.2
E7	7.9	8.3	8.0	8.3	8.1
E8	8.0	8.1	8.2	8.1	8.1
E9	8.0	8.1	8.3	8.2	8.2
E10	7.9	7.8	7.9	8.0	7.9
				A=	8.1
				A NOMINAL =	8
				V% =	-0.94%

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- **Ladrillos de Dosificación 1: 4: 2**

Tabla 62
 Variación del ancho del ladrillo D 1: 4: 2

ESPÉCIMEN	ANCHO (cm)				
	A1	A2	A3	A4	A PROM
E1	12.9	12.9	13.0	12.8	12.9
E2	12.7	12.8	12.9	12.8	12.8
E3	12.9	12.8	13.1	12.7	12.9
E4	12.9	12.9	12.8	12.6	12.8
E5	12.7	12.8	12.7	12.6	12.7
E6	13.0	12.9	12.9	12.8	12.9
E7	12.9	13.0	13.1	12.8	13.0
E8	12.9	12.9	12.8	12.7	12.8
E9	13.0	12.7	12.8	12.7	12.8
E10	12.9	12.8	12.7	13.0	12.9
				A=	12.8
				A NOMINAL =	13
				V% =	1.23%

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 63
 Variación del largo del ladrillo D 1: 4: 2

ESPÉCIMEN	LARGO (cm)				
	L1	L2	L3	L4	L PROM
E1	21.2	21.4	21.2	21.2	21.3
E2	21.4	21.2	21.5	21.4	21.4
E3	21.5	21.3	21.6	21.5	21.5
E4	21.3	21.1	21.6	21.2	21.3
E5	21.2	21.2	21.4	21.0	21.2
E6	21.4	21.4	21.2	21.2	21.3
E7	21.5	21.5	21.3	21.1	21.4
E8	21.2	21.3	21.1	21.2	21.2
E9	21.3	21.4	21.1	21.2	21.3
E10	21.1	21.6	21.2	21.0	21.2
				A=	21.3
				A NOMINAL =	21
				V% =	-1.39%

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 64
 Variación de la altura del ladrillo D 1: 4: 2

ESPÉCIMEN	ALTURA (cm)				
	H1	H2	H3	H4	H PROM
E1	8.2	8.1	8.2	8.3	8.2
E2	8.3	8.2	8.3	8.0	8.2
E3	8.1	8.2	8.1	8.2	8.2
E4	8.1	8.3	8.1	8.3	8.2
E5	7.8	7.6	8.0	7.8	7.8
E6	8.3	8.2	8.3	8.2	8.3
E7	8.0	8.3	8.0	8.3	8.2
E8	8.2	8.1	8.2	8.1	8.2
E9	8.3	8.1	8.3	8.2	8.2
E10	7.7	7.8	7.9	8.0	7.9
				A=	8.1
				A NOMINAL =	8
				V% =	-1.47%

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- Ladrillos de Dosificación 1: 5: 2

Tabla 65

Variación del ancho del ladrillo D 1: 5: 2

ESPÉCIMEN	ANCHO (cm)				A PROM
	A1	A2	A3	A4	
E1	12.8	12.9	13.2	12.8	12.9
E2	13.2	13.1	12.9	13.1	13.1
E3	13.2	13.0	13.1	12.9	13.1
E4	12.6	12.9	12.8	12.6	12.7
E5	13.2	13.1	12.9	13.2	13.1
E6	12.8	12.9	12.9	12.8	12.9
E7	12.8	13.0	13.1	12.8	12.9
E8	12.7	12.9	12.8	12.7	12.8
E9	12.7	12.7	12.8	12.7	12.7
E10	12.6	12.8	12.7	12.7	12.7
				A=	12.9
				A NOMINAL =	13
				V% =	0.88%

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 66

Variación del largo del ladrillo D 1: 5: 2

ESPÉCIMEN	LARGO (cm)				L PROM
	L1	L2	L3	L4	
E1	21.2	21.4	21.2	21.4	21.3
E2	21.4	21.2	21.5	21.2	21.3
E3	21.5	21.3	21.6	21.3	21.4
E4	21.2	21.1	21.6	21.1	21.3
E5	21.0	21.2	21.4	21.2	21.2
E6	21.2	21.4	21.2	21.4	21.3
E7	21.1	21.2	21.3	21.5	21.3
E8	21.2	21.3	21.5	21.4	21.4
E9	21.2	21.4	21.1	21.4	21.3
E10	21.2	21.6	21.2	21.6	21.4
				A=	21.3
				A NOMINAL =	21
				V% =	-1.48%

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 67
 Variación de la altura del ladrillo D 1: 5: 2

ESPÉCIMEN	ALTURA (cm)				H PROM
	H1	H2	H3	H4	
E1	8.1	8.1	8.2	7.8	8.1
E2	8.2	8.2	8.3	8.0	8.2
E3	8.2	8.2	8.1	8.2	8.2
E4	7.9	7.9	8.1	7.8	7.9
E5	7.9	7.9	7.8	8.0	7.9
E6	8.1	8.0	8.0	8.2	8.1
E7	8.3	8.3	8.0	8.3	8.2
E8	8.1	8.1	8.2	8.0	8.1
E9	8.1	8.0	8.3	8.2	8.2
E10	8.0	8.0	7.9	8.0	8.0
				A=	8.1
				A NOMINAL =	8
				V% =	-0.94%

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

4.4.2. NTP 399.613 “Ensayo de alabeo”

- Ladrillos de Dosificación 1: 3: 2

Tabla 68

Alabeo del ladrillo D 1: 3: 2

ESPÉCIMEN	CARA 1 (mm)		CARA 2 (mm)		BORDE 1 (mm)		BORDE 2 (mm)	
	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	MEDIDA	DESCRIPCIÓN
EA1	4.0	CÓNCAVO	1.5	CÓNCAVO	5	CÓNCAVO	2	CONVEXO
EA2	5.0	CÓNCAVO	2	CÓNCAVO	1.5	CÓNCAVO	3	CONVEXO
EA3	6.0	CÓNCAVO	2.5	CÓNCAVO	2.5	CÓNCAVO	4	CONVEXO
EA4	5.0	CÓNCAVO	3	CÓNCAVO	3.5	CÓNCAVO	5.5	CONVEXO
EA5	7.0	CÓNCAVO	1.5	CÓNCAVO	4	CÓNCAVO	2.5	CONVEXO
EA6	8.0	CÓNCAVO	2.5	CÓNCAVO	4.5	CÓNCAVO	3.5	CONVEXO
EA7	4.5	CÓNCAVO	2.5	CÓNCAVO	5	CÓNCAVO	2.5	CONVEXO
EA8	3.5	CÓNCAVO	2	CÓNCAVO	2.5	CÓNCAVO	1.5	CONVEXO
EA9	3.5	CONVEXO	2.5	CONVEXO	2.5	CONVEXO	2.5	CÓNCAVO
EA10	1.5	CONVEXO	3.5	CONVEXO	4.5	CONVEXO	3	CÓNCAVO
PROMEDIO	CÓNCAVO	5.4	CÓNCAVO	2.2	cóncavo	3.6	CONVEXO	3.1
	CONVEXO	2.5	CONVEXO	3.0	CONVEXO	3.5	cóncavo	2.8

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- Ladrillos de Dosificación 1: 4: 2

Tabla 69

Alabeo del ladrillo D 1: 4: 2

ESPÉCIMEN	CARA 1 (MM)		CARA 2 (MM)		BORDE 1 (MM)		BORDE 2 (MM)	
	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	MEDIDA	DESCRIPCIÓN
EA1	5.0	CÓNCAVO	1	CÓNCAVO	3	CÓNCAVO	1	CONVEXO
EA2	6.0	CÓNCAVO	1	CÓNCAVO	0.5	CÓNCAVO	2	CONVEXO
EA3	7.0	CÓNCAVO	2	CÓNCAVO	1	CÓNCAVO	3	CONVEXO
EA4	8.0	CÓNCAVO	1.5	CÓNCAVO	1.5	CÓNCAVO	5	CONVEXO
EA5	6.0	CÓNCAVO	1	CÓNCAVO	3.5	CÓNCAVO	1	CONVEXO
EA6	5.0	CÓNCAVO	3	CÓNCAVO	5	CÓNCAVO	2	CONVEXO
EA7	5.0	CÓNCAVO	1	CÓNCAVO	4	CÓNCAVO	3	CONVEXO
EA8	4.0	CÓNCAVO	1	CÓNCAVO	1	CÓNCAVO	2.5	CONVEXO
EA9	3.0	CONVEXO	3	CONVEXO	2	CONVEXO	3.5	CÓNCAVO
EA10	2.0	CONVEXO	4	CONVEXO	3	CONVEXO	4.5	CÓNCAVO
PROMEDIO	CÓNCAVO	5.8	CÓNCAVO	1.4	CÓNCAVO	2.4	CONVEXO	2.4
	CONVEXO	2.5	CONVEXO	3.5	CONVEXO	2.5	CÓNCAVO	4.0

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- Ladrillos de Dosificación 1: 5: 2

Tabla 70

Alabeo del ladrillo D 1: 5: 2

ESPÉCIMEN	CARA 1 (MM)		CARA 2 (MM)		BORDE 1 (MM)		BORDE 2 (MM)	
	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	MEDIDA	DESCRIPCIÓN
EA1	2.5	CÓNCAVO	2	CÓNCAVO	4.5	CÓNCAVO	3.5	CONVEXO
EA2	1.5	CÓNCAVO	1.5	CÓNCAVO	2.5	CÓNCAVO	1	CONVEXO
EA3	2.5	CÓNCAVO	2	CÓNCAVO	3	CÓNCAVO	5.5	CONVEXO
EA4	4.5	CÓNCAVO	2.5	CÓNCAVO	4.5	CÓNCAVO	4.5	CONVEXO
EA5	5.5	CÓNCAVO	2	CÓNCAVO	2.5	CÓNCAVO	2	CONVEXO
EA6	3.5	CÓNCAVO	1	CÓNCAVO	3.5	CÓNCAVO	1.5	CONVEXO
EA7	2.5	CÓNCAVO	1	CÓNCAVO	4	CÓNCAVO	2	CONVEXO
EA8	2.0	CÓNCAVO	3	CÓNCAVO	3	CÓNCAVO	2	CONVEXO
EA9	3.0	CONVEXO	3	CONVEXO	4	CONVEXO	3	CÓNCAVO
EA10	1.5	CONVEXO	1	CONVEXO	1	CONVEXO	1	CÓNCAVO
PROMEDIO	CÓNCAVO	3.1	CÓNCAVO	1.9	CÓNCAVO	3.4	CONVEXO	2.8
	CONVEXO	2.3	CONVEXO	2.0	CONVEXO	2.5	CÓNCAVO	2.0

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

4.4.3. NTP 331.018“Ensayo de Succión

- Ladrillos de Dosificación 1: 3: 2

Tabla 71

Alabeo del ladrillo D 1: 3: 2

ESPÉCIMEN	LARGO	ANCHO	ÁREA	W SECO (Kg)	W SATURADO (Kg)	SUCCIÓN
M-1	21.15	12.90	272.84	4.33	4.39	43.98
M-2	21.25	12.83	272.53	4.31	4.37	44.03
M-3	21.28	12.95	275.51	4.32	4.38	43.56
M-4	21.30	12.93	275.30	4.27	4.34	50.85
M-5	21.15	12.73	269.13	4.28	4.34	44.59
					PROMEDIO	45.40

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- Ladrillos de Dosificación 1: 4: 2

Tabla 72

Alabeo del ladrillo D 1: 4: 2

ESPÉCIMEN	LARGO	ANCHO	ÁREA	W SECO (Kg)	W SATURADO (Kg)	SUCCIÓN
M-1	21.25	12.90	274.13	4.25	4.32	51.07
M-2	21.38	12.80	273.60	4.29	4.37	58.48
M-3	21.48	12.88	276.49	4.29	4.38	65.10
M-4	21.30	12.80	272.64	4.42	4.49	51.35
M-5	21.20	12.70	269.24	4.11	4.19	59.43
					PROMEDIO	57.09

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- Ladrillos de Dosificación 1: 5: 2

Tabla 73

Alabeo del ladrillo D 1: 5: 2

ESPÉCIMEN	LARGO	ANCHO	ÁREA	W SECO (Kg)	W SATURADO (Kg)	SUCCIÓN
M-1	21.30	12.93	275.30	4.22	4.32	72.65
M-2	21.33	13.08	278.82	4.28	4.38	71.73
M-3	21.43	13.05	279.60	4.30	4.39	64.38
M-4	21.25	12.73	270.41	4.40	4.49	66.57
M-5	21.20	13.10	277.72	4.10	4.19	64.81
					PROMEDIO	68.03

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

4.4.4. NTP 399.613“Ensayo de Absorción”

- Ladrillos de Dosificación 1: 3: 2

Tabla 74

Absorción del ladrillo D 1: 3: 2

ESPÉCIMEN	W SECO (Kg)	W SATURADO A.F.(Kg)	W SATURADO A.C.(Kg)	ABSORCIÓN	ABSORCIÓN MÁXIMA
M-1	4.15	4.54	4.75	9.40%	14.46%
M-2	4.15	4.65	4.85	12.05%	16.87%
M-3	4.10	4.53	4.65	10.49%	13.41%
M-4	4.20	4.66	4.95	10.95%	17.86%
M-5	4.21	4.66	4.75	10.69%	12.83%
			PROMEDIO	10.71%	15.08%

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- Ladrillos de Dosificación 1: 4: 2

Tabla 75

Absorción del ladrillo D 1: 4: 2

ESPÉCIMEN	W SECO (Kg)	W	W	ABSORCIÓN	ABSORCIÓN MÁXIMA
		SATURADO A.F.(Kg)	SATURADO A.C.(Kg)		
M-1	4.20	4.81	5.03	14.52%	19.76%
M-2	4.16	4.76	5.06	14.42%	21.63%
M-3	4.15	4.81	5.05	15.90%	21.69%
M-4	4.18	4.85	5.03	16.03%	20.33%
M-5	4.25	4.86	5.10	14.35%	20.00%
PROMEDIO				15.05%	20.68%

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*
- Ladrillos de Dosificación 1: 5: 2

Tabla 76

Absorción del ladrillo D 1: 5: 2

ESPÉCIMEN	W SECO (Kg)	W	W	ABSORCIÓN	ABSORCIÓN MÁXIMA
		SATURADO A.F.(Kg)	SATURADO A.C.(Kg)		
M-1	4.25	4.99	5.24	17.41%	23.29%
M-2	4.23	4.97	5.22	17.49%	23.40%
M-3	4.10	5.03	5.29	22.68%	29.02%
M-4	4.21	5.01	5.24	19.00%	24.47%
M-5	4.25	5.05	5.29	18.82%	24.47%
PROMEDIO				19.08%	24.93%

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

4.4.5.NTP 399.613 Y 339.604 “Ensayo de Resistencia a la Compresión”

- Ladrillos de Dosificación 1: 3: 2

Tabla 77

Resistencia a la Compresión a los 7 días del ladrillo D 1: 3: 2

ESPÉCIMEN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
M-1	21.15	12.90	272.84	23679.75	86.79
M-2	21.25	12.83	272.53	17671.46	64.84
M-3	21.28	12.95	275.51	24896.00	90.36
M-4	21.30	12.93	275.30	21685.12	78.77
M-5	21.15	12.73	269.13	22983.50	85.40
PROMEDIO =					81.23

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 78

Resistencia a la Compresión a los 14 días del ladrillo D 1: 3: 2

ESPÉCIMEN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
M-1	21.25	12.93	274.66	28097.62	102.30
M-2	21.18	13.03	275.80	28274.33	102.52
M-3	21.25	12.90	274.13	26854.32	97.96
M-4	21.25	12.85	273.06	26895.32	98.50
M-5	21.23	12.85	272.74	27985.56	102.61
PROMEDIO =					100.78

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 79
 Resistencia a la Compresión a los 28 días del ladrillo D 1: 3: 2

ESPÉCIMEN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
M-1	21.15	12.90	272.84	32564.23	119.36
M-2	21.25	12.83	272.53	32645.40	119.79
M-3	21.28	12.95	275.51	33654.54	122.15
M-4	21.30	12.93	275.30	34004.40	123.52
M-5	21.15	12.73	269.13	31664.20	117.65
PROMEDIO =					120.49

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- **Ladrillos de Dosificación 1: 4: 2**

Tabla 80
 Resistencia a la Compresión a los 7 días del ladrillo D 1: 4: 2

ESPÉCIMEN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
M-1	21.25	12.90	274.13	23679.75	86.38
M-2	21.38	12.80	273.60	23856.47	87.19
M-3	21.48	12.88	276.49	24896.3	90.04
M-4	21.30	12.80	272.64	24987.3	91.65
M-5	21.20	12.70	269.24	25013.10	92.90
PROMEDIO =					89.63

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 81

Resistencia a la Compresión a los 14 días del ladrillo D 1: 4: 2

ESPÉCIMEN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
M-1	21.30	12.90	274.77	29685.3	108.04
M-2	21.35	12.95	276.48	30121.1	108.94
M-3	21.20	12.83	271.89	30201.80	111.08
M-4	21.25	12.80	272.00	29995.20	110.28
M-5	21.23	12.85	272.74	28965.10	106.20
PROMEDIO =					108.91

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 82

Resistencia a la Compresión a los 28 días del ladrillo D 1: 4: 2

ESPÉCIMEN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
M-1	21.25	12.90	274.13	34212.20	124.81
M-2	21.38	12.80	273.60	34986.30	127.87
M-3	21.48	12.88	276.49	35954.12	130.04
M-4	21.30	12.80	272.64	35121.18	128.82
M-5	21.20	12.70	269.24	35263.30	130.97
PROMEDIO =					128.50

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- Ladrillos de Dosificación 1: 5: 2

Tabla 83

Resistencia a la Compresión a los 7 días del ladrillo D 1: 5: 2

ESPÉCIMEN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
M-1	21.30	12.93	275.30	30283.28	110.00
M-2	21.33	13.08	278.82	32622.45	117.00
M-3	21.43	13.05	279.60	33651.20	120.36
M-4	21.25	12.73	270.41	33850.30	125.18
M-5	21.20	13.10	277.72	32459.60	116.88
PROMEDIO =					117.88

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 84

Resistencia a la Compresión a los 14 días del ladrillo D 1: 5: 2

ESPÉCIMEN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
M-1	21.30	12.85	273.71	36942.20	134.97
M-2	21.30	12.85	273.71	36125.12	131.99
M-3	21.30	12.85	273.71	35954.20	131.36
M-4	21.30	12.85	273.71	35654.60	130.27
M-5	21.30	12.85	273.71	36120.30	131.97
PROMEDIO =					132.11

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 85

Resistencia a la Compresión a los 28 días del ladrillo D 1: 5: 2

ESPÉCIMEN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
M-1	21.30	12.93	275.30	38963.00	141.53
M-2	21.33	13.08	278.82	40456.60	145.10
M-3	21.43	13.05	279.60	40123.50	143.51
M-4	21.25	12.73	270.41	41253.30	152.56
M-5	21.20	13.10	277.72	44966.00	161.91
PROMEDIO =					148.92

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 86

Resistencia a la compresión de los ladrillos con la proporción 1 :4 :2 a los 28 días

TESTIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA (KG)	ÁREA (CM ²)	Resistencia (KG/CM ²)
L-1	28	39200	273.21	143.5
L-2	28	38225	273.23	139.9
L-3	28	37164	273.24	136.0
L-4	28	39451	273.26	144.4
L-5	28	36781	273.27	134.6
L-6	28	35963	273.29	131.6
L-7	28	38015	273.30	139.1
L-8	28	37777	273.32	138.2
L-9	28	36963	273.33	135.2
L-10	28	35987	273.35	131.7
L-11	28	35915	273.36	131.4
L-12	28	36978	273.38	135.3
L-13	28	38005	273.39	139.0
L-14	28	39874	273.41	145.8
L-15	28	37789	273.51	138.2
L-16	28	36500	273.61	133.4
L-17	28	35874	273.71	131.1
L-18	28	36215	273.81	132.3
L-19	28	37136	273.91	135.6
L-20	28	36715	274.01	134.0
L-21	28	38998	274.11	142.3
L-22	28	37658	274.09	137.4
L-23	28	38785	274.08	141.5
L-24	28	36560	274.06	133.4
L-25	28	35963	274.05	131.2
L-26	28	36741	274.03	134.1
L-27	28	36841	274.02	134.4
L-28	28	39963	274.00	145.9
L-29	28	38550	273.99	140.7
L-30	28	35910	273.97	131.1

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 87
Parámetros Estadísticos.

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	
1.CANTIDAD	30.00
2.MEDIA	136.74
3.MEDIANA	135.45
4.MÁXIMO	145.90
5.MÍNIMO	131.10
6.PROMEDIO	136.74
7.DESVIACIÓN ESTÁNDAR	4.60
8.COEFICIENTE DE VARIACIÓN	3.36

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 88
Probabilidad de Ocurrencia.

PORCENTAJE	INTERVALO	
	A	B
68.00%	132.15	141.34
95.10%	127.55	145.93
99.70%	122.96	150.53

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

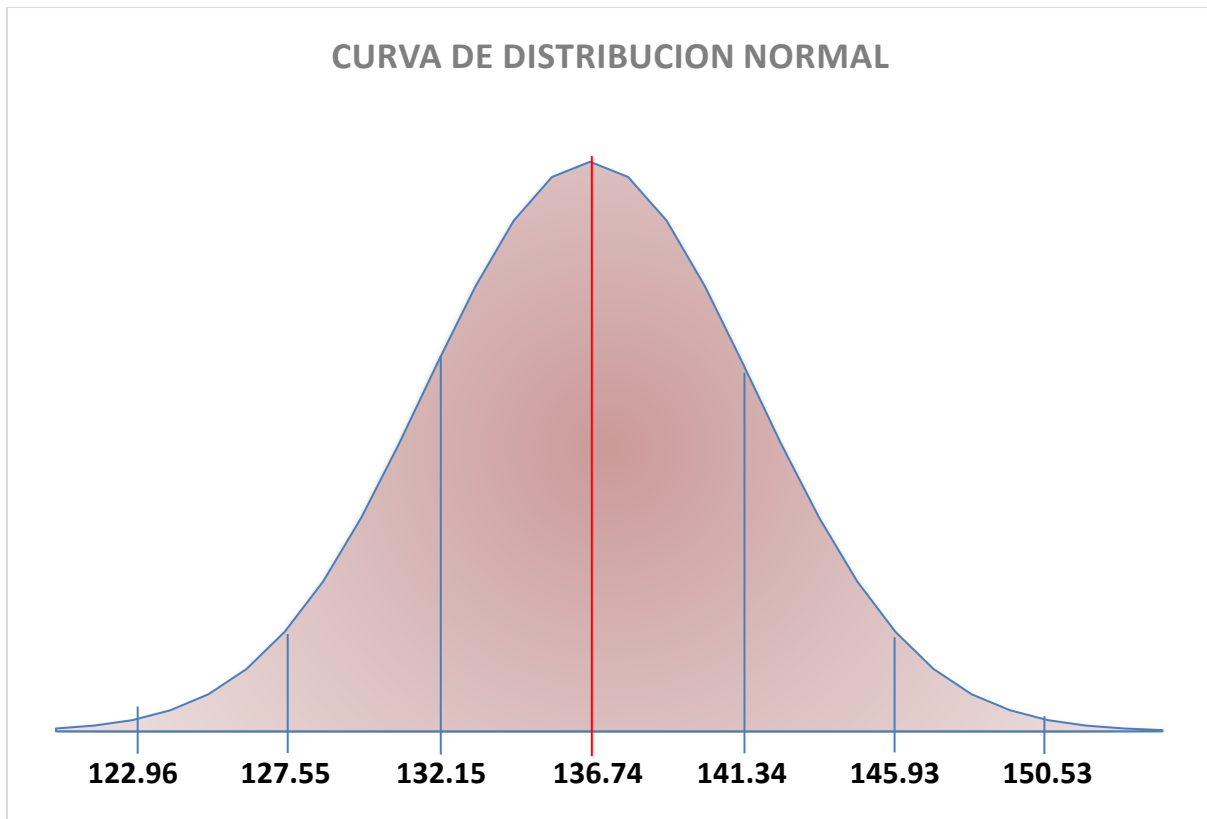


Figura 13 . Curva de Distribución Normal - Ladrillo.

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

4.5. Resultados de los Ensayos realizados al Material De Relleno

- Material de Relleno “Puente Chuquicara”

Tabla 89

Análisis Granulométrico del material de relleno “Puente Chuquicara”

TAMICES (PULG)	(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500	198.0	1.1	1.1	98.9
1"	25.000	1485.0	8.1	9.2	90.8
3/4"	19.000	1297.0	7.1	16.3	83.7
1/2"	12.500	2414.0	13.2	29.4	70.6
3/8"	9.500				
1/4"	6.300	3279.0	17.9	47.3	52.7
N°04	4.750	172.0	0.9	48.2	51.8
N°08	2.360				
N°10	2.000	319.1	12.6	60.8	39.2
N°16	1.190				
N°20	0.850	171.8	6.8	67.6	32.4
N°30	0.600				
N°40	0.425	246.3	9.7	77.4	22.6
N°50	0.300				
N°80	0.177	196.0	7.7	85.1	14.9
N°100	0.150	20.1	0.8	85.9	14.1
N°200	0.075	88.5	3.5	89.4	10.6
< N°200	FONDO	268.4	10.6	100.0	0.0

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 90

Descripción del material de relleno “Puente Chuquicara”

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

PESO TOTAL	:	18335.0	g.
PESO LAVADO	:	---	g.
PESO DE FRACCIÓN FINA	:	1310.2	g.
PESO DE FRACCIÓN HÚMEDA	:	19000.0	g.
PESO DE FRACCIÓN SECA	:	18335.0	g.
PORCENT. HUMEDAD	:	3.6	%
% GRAVA	:	48.2	%
% ARENA	:	41.2	%
% PASANTE MALLA 200	:	10.6	%
CLASIFICACIÓN SUELO:			
S.U.C.S.	:	GP-GM	
AASHTO	:	A-1-a (0)	

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Según la clasificación S.U.C.S el material de relleno es un suelo gravoso con limo y arena y en la clasificación AASHTO es un suelo A-1-a(0) es una mezcla pobremente graduada de arena y grava que no presente limite plástico ni índice de plasticidad.

CURVA GRANULOMETRICA

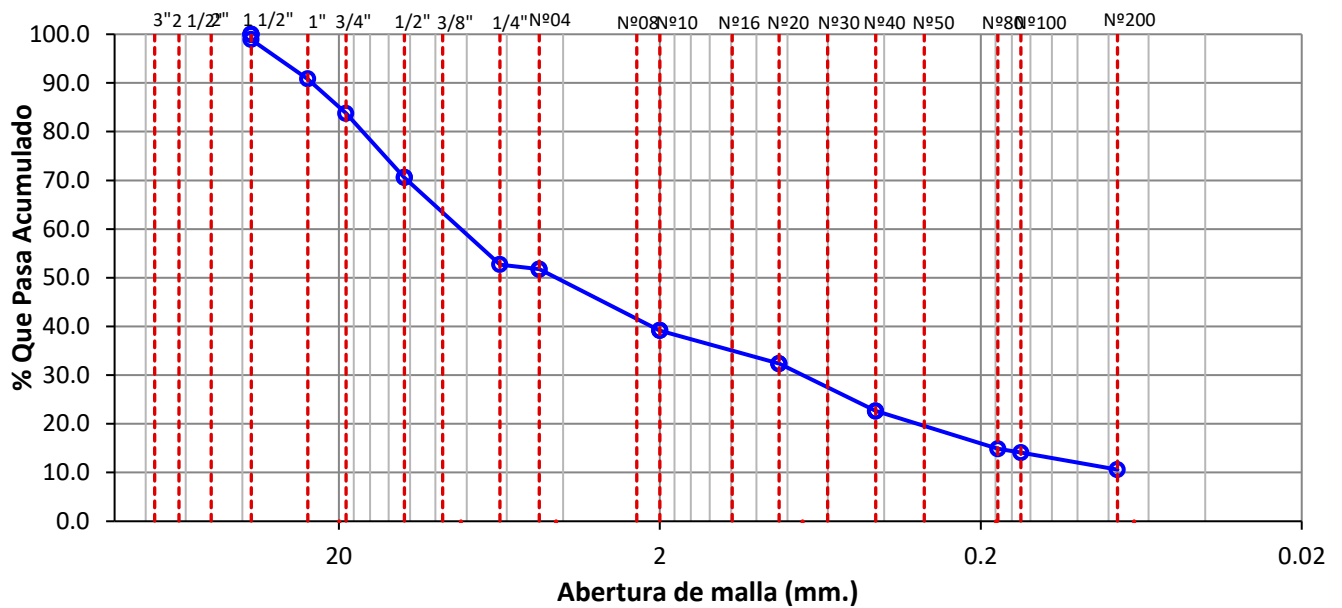


Figura 14. Curva Granulométrica del material de relleno “Puente Chuquicara”

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 91

Determinación del límite líquido y límite plástico material de relleno “Puente Chuquicara”

DATOS DE ENSAYO.	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	2	5	7	3	8
N° de tarro	2	5	7	3	8
N° de golpes	16	26	34	-	-
Tarro + suelo húmedo	32.06	33.05	33.48	-	-
Tarro + suelo seco	28.35	29.58	30.36	-	-
Agua	3.71	3.47	3.12	-	-
Peso del tarro	14.26	15.26	16.25	-	-
Peso del suelo seco	14.09	14.32	14.11	-	-
Porcentaje de humedad	26.3	24.2	22.1	-	-

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 92
 Determinación del Índice de Plasticidad material de relleno “Puente Chuquicara”

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	24
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	NP

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

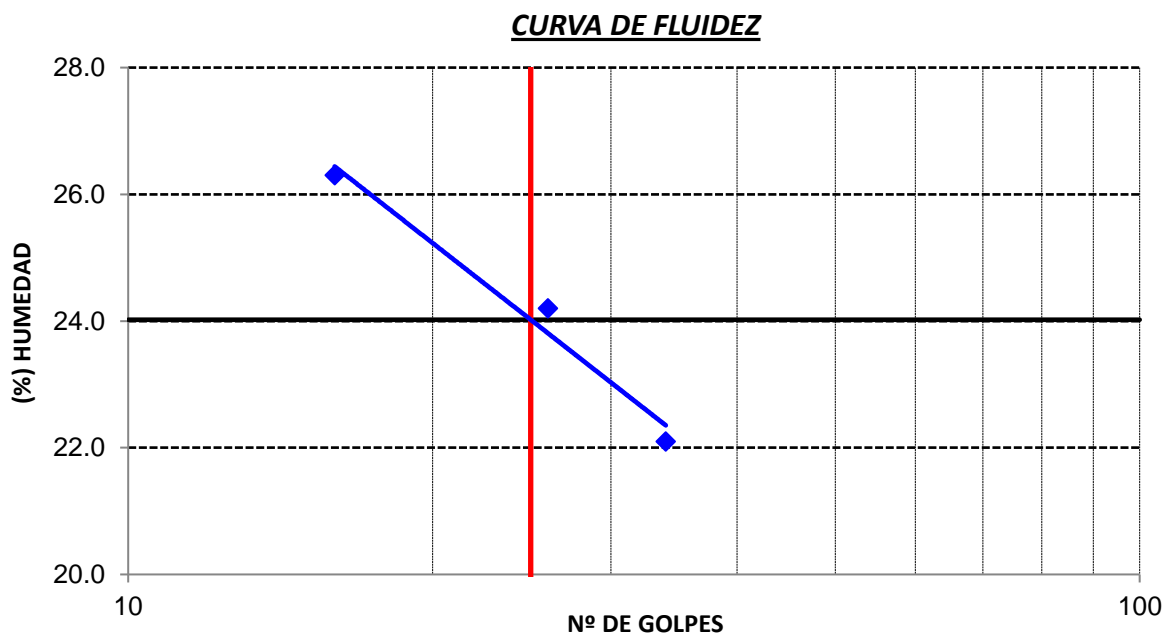


Figura 15. Curva de Fluidéz del material de relleno “Puente Chuquicara”

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 93

Ensayo: Abrasión Los Ángeles Al Desgaste De Los Agregados De Tamaño Menores A 37.5 Mm (1 1/2")

TAMIZ		GRADACIONES			
PULG.	mm.	A	B	C	D
1"	25.000	1250	---	---	---
3/4"	19.000	1250	---	---	---
1/2"	12.500	1250	2500	---	---
3/8"	9.500	1250	2500	---	---
1/4"	6.300	---	---	2500	---
Nº 04	4.750	---	---	2500	
Nº 08	2.360	---	---	---	5000
PESO TOTAL		5000	5000	5000	5000
PESO OBTENIDO		3872			
PERDIDA DESPUÉS DEL ENSAYO.		1128	5000	5000	5000
Nº DE ESFERAS		12	11	8	6
PORCENTAJE OBTENIDO (%)		23	-	-	-

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 94

Peso Volumétrico Húmedo del material de relleno "Puente Chuquicara"

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	11093	11219	11425	11415
Peso del molde	g.	6320	6320	6320	6320
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4773	4899	5105	5095
Volumen del molde	cm ³	2129	2129	2129	2129
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	2.242	2.301	2.398	2.393

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 95
 Peso Volumétrico Seco del material de relleno “Puente Chuquicara”

N° RECIPIENTE		1	2	3	4
PESO DEL SUELO HÚMEDO + TARA	G.	534.4	536.4	643.8	549.1
PESO DEL SUELO SECO + TARA	G.	523.1	514.8	605.6	506.5
PESO DE TARA	G.	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA	G.	11.3	21.6	38.2	42.6
PESO DE SUELO SECO	G.	523.1	514.8	605.6	506.5
CONTENIDO DE AGUA	%	2.2	4.2	6.3	8.4
PESO VOLUMÉTRICO SECO	G/CM3	2.194	2.208	2.256	2.208

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

GRAFICO DEL PROCTOR

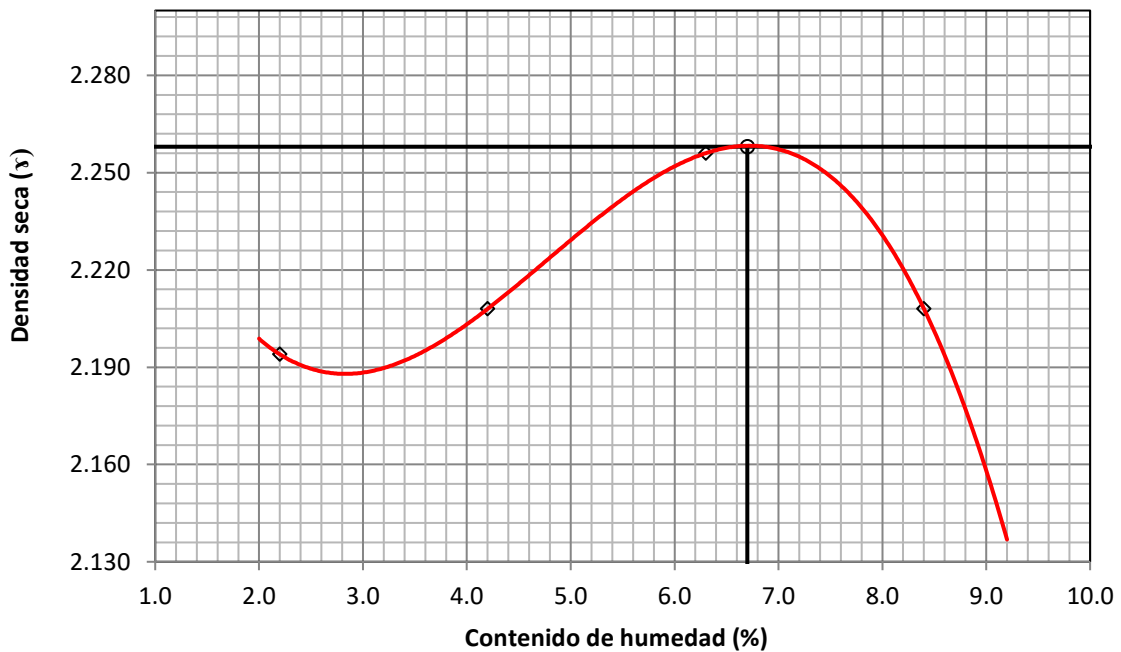


Figura 16. Grafico del Proctor de relleno reciclado

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

- Material de relleno reciclado.

Tabla 96

Análisis Granulométrico del material de relleno reciclado

TAMICES (PULG)	(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000	1080.0	4.5	4.5	95.5
1 1/2"	37.500	1142.0	4.8	9.3	90.7
1"	25.000	2291.0	9.6	18.9	81.1
3/4"	19.000	2137.0	8.9	27.8	72.2
1/2"	12.500	2782.0	11.6	39.5	60.5
3/8"	9.500				
1/4"	6.300	1594.0	6.7	46.1	53.9
N°04	4.750	1280.0	5.4	51.5	48.5
N°08	2.360				
N°10	2.000	332.3	27.4	78.9	21.1
N°16	1.190				
N°20	0.850	91.9	7.6	86.5	13.5
N°30	0.600				
N°40	0.425	88.0	7.3	93.8	6.2
N°50	0.300				
N°80	0.177	31.8	2.6	96.4	3.6
N°100	0.150	2.9	0.2	96.6	3.4
N°200	0.075	10.1	0.8	97.5	2.5
< N°200	FONDO	30.5	2.5	100.0	0.0

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

CURVA GRANULOMETRICA

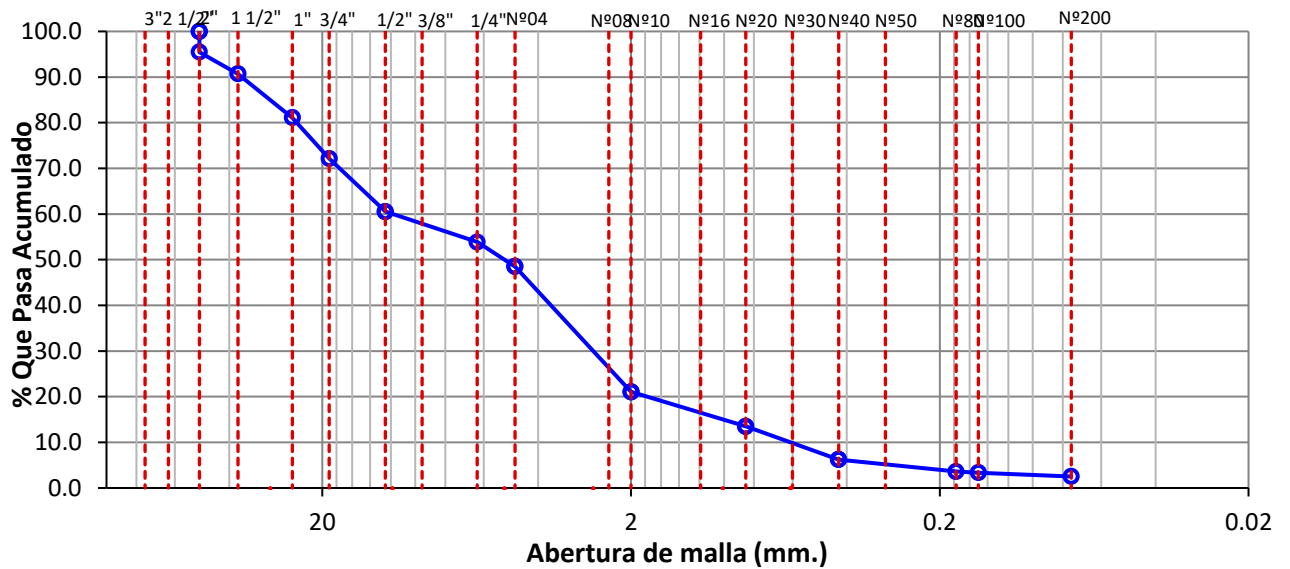


Figura 17. Curva Granulométrica del material de relleno reciclado.

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 97

Determinación del límite líquido y límite plástico material de relleno reciclado.

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico	
Nº de tarro	2	5	7	3	8
Nº de golpes	16	26	34		
Tarro + suelo húmedo	32.15	32.50	31.54		
Tarro + suelo seco	28.02	28.85	28.46		
Agua	4.13	3.65	3.08		
Peso del tarro	12.03	13.24	14.12		
Peso del suelo seco	15.99	15.61	14.34		
Porcentaje de humedad	25.8	23.4	21.5		

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 98

Determinación del Índice de Plasticidad material de relleno reciclado

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	23
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MALLA N°40)	NP

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

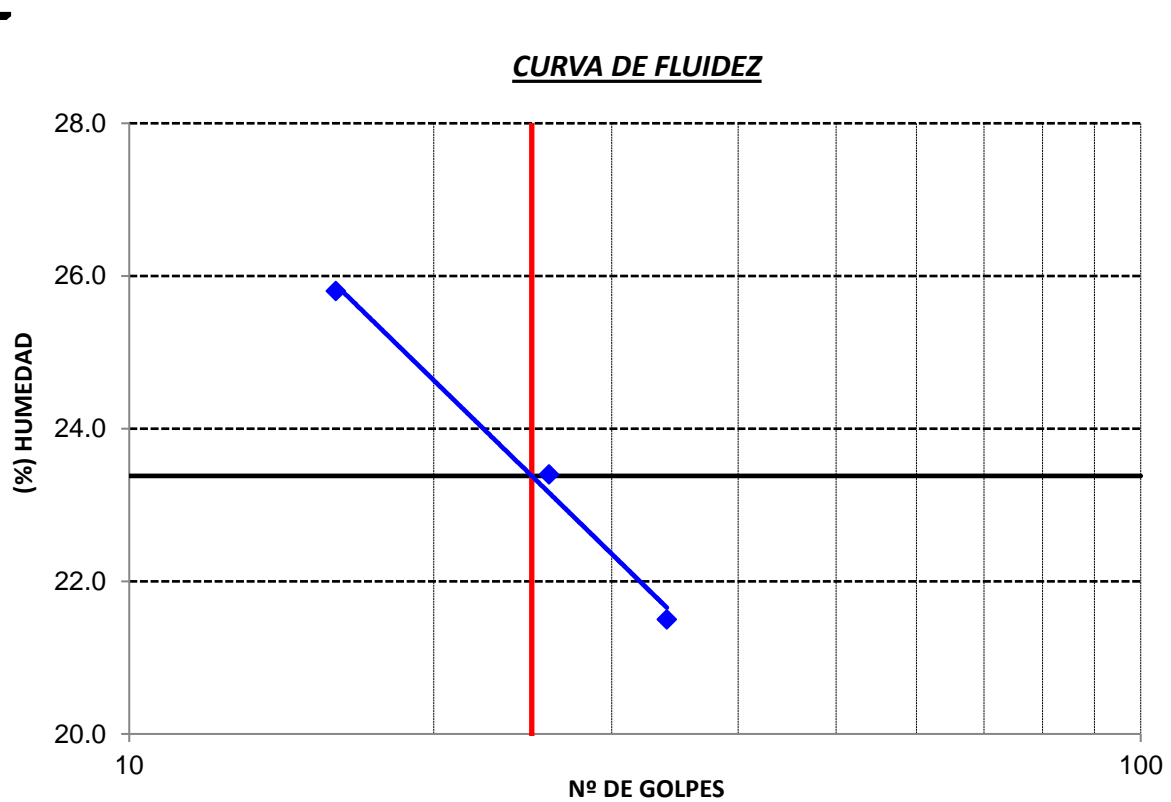


Figura 18. Curva de fluidez del material de relleno reciclado.

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 99

Ensayo: Abrasión Los Ángeles (L.A.) Al Desgaste De Los Agregados De Tamaño Menores A 37.5 Mm (1 1/2")

Tamiz		GRADACIONES			
PULG.	mm.	A	B	C	D
1"	25.000	1250	---	---	---
3/4"	19.000	1250	---	---	---
1/2"	12.500	1250	2500	---	---
3/8"	9.500	1250	2500	---	---
1/4"	6.300	---	---	2500	---
Nº 04	4.750	---	---	2500	---
Nº 08	2.360	---	---	---	5000
PESO TOTAL		5000	5000	5000	5000
PESO OBTENIDO		3392			
PERDIDA DESPUÉS DEL ENSAYO.		1608	5000	5000	5000
Nº DE ESFERAS		12	11	8	6
PORCENTAJE OBTENIDO (%)		32	-	-	-

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 100

Contenido de Humedad del material de relleno reciclado.

CONTENIDO DE HUMEDAD		
A.- Peso de la muestra húmeda.	g.	2625.0 2530.0
B.- Peso de muestra seca	g.	2601.0 2513.0
C.- Peso del recipiente	g.	0.0 0.0
D.- Contenido de humedad	%	0.9 0.7
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	0.8

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 101

Peso del volumen húmedo del material de relleno reciclado

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10338	10841	10977	10590
Peso del molde	g.	6565	6565	6565	6565
Peso del suelo húmedo compactado	g.	3773	4276	4412	4025
Volumen del molde	cm ³	2122	2122	2122	2122
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.778	2.015	2.079	1.897

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 102

Peso Volumétrico seco del material de relleno reciclado

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	876.5	966.4	955.4	777.6
Peso del suelo seco + tara	g.	848.4	923.6	909.4	730.1
Peso de tara	g.	302.0	241.0	333.0	251.0
Peso de agua	g.	28.1	42.8	46	47.5
Peso de suelo seco	g.	546.4	682.6	576.4	479.1
contenido de agua	%	5.1	6.3	8.0	9.9
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.692	1.896	1.925	1.726

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

GRAFICO DEL PROCTOR

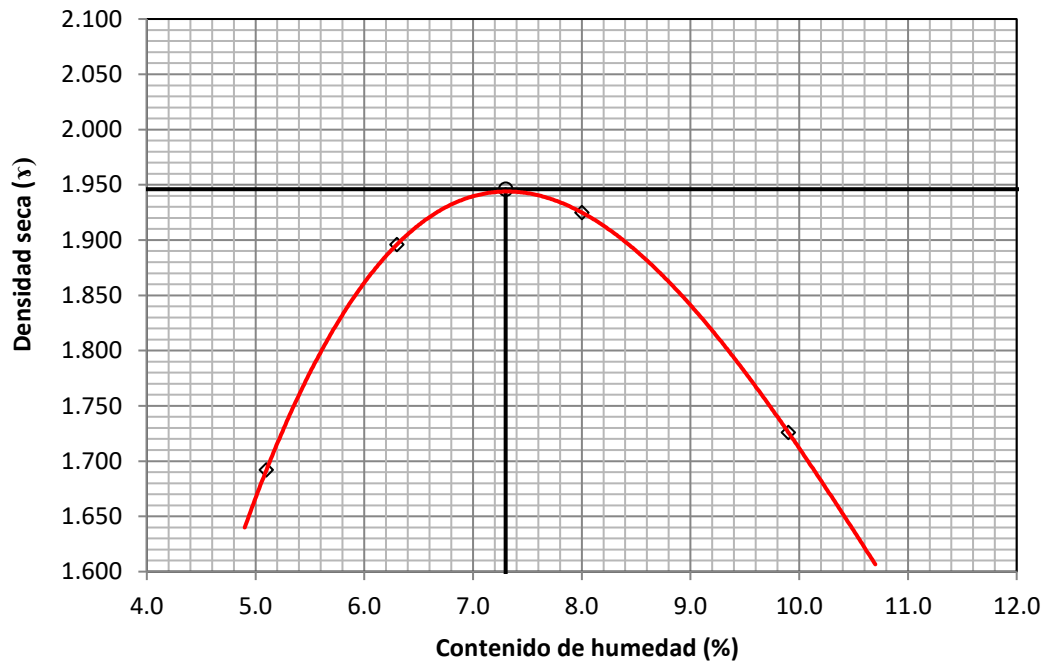


Figura 19. Grafico del Proctor de relleno reciclado

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

**- Material de relleno combinado 50% de material reciclado y 50% del material
 “Puente Chuquicara”**

Tabla 103

Análisis Granulométrico del material de relleno 50-50.

TAMICES (PULG)	TAMICES (mm)	PESO	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE
		RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000	1026.0	4.1	4.1	95.9
1 1/2"	37.500	1034.0	4.1	8.2	91.8
1"	25.000	2891.0	11.5	19.8	80.2
3/4"	19.000	2788.0	11.1	30.9	69.1
1/2"	12.500	3562.0	14.2	45.1	54.9
3/8"	9.500				
1/4"	6.300	4071.0	16.3	61.4	38.6
Nº04	4.750	541.0	2.2	63.6	36.4
Nº08	2.360				
Nº10	2.000	134.5	8.4	71.9	28.1
Nº16	1.190				
Nº20	0.850	78.8	4.9	76.8	23.2
Nº30	0.600				
Nº40	0.425	123.4	7.7	84.5	15.5
Nº50	0.300				
Nº80	0.177	98.0	6.1	90.6	9.4
Nº100	0.150	11.7	0.7	91.4	8.6
Nº200	0.075	33.8	2.1	93.5	6.5
< Nº200	FONDO	104.9	6.5	100.0	0.0

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

CURVA GRANULOMETRICA

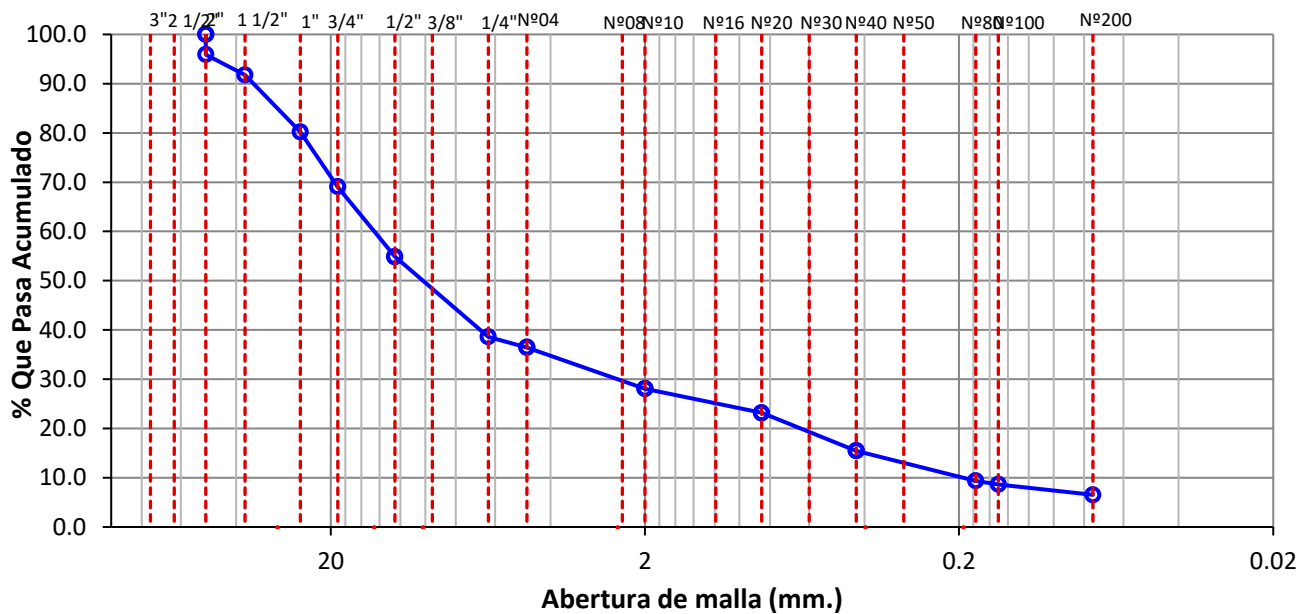


Figura 20 .Curva Granulométrica de relleno 50-50.

Fuente: *Elaboración Propia.* (2020)

Tabla 104

Determinación del límite líquido y limite plástico material de relleno reciclado 50-50

Datos de ensayo.	Límite líquido		
N° de tarro	2	5	7
N° de golpes	15	25	34
Tarro + suelo húmedo	31.24	32.15	30.26
Tarro + suelo seco	27.89	29.12	27.35
Agua	3.35	3.03	2.91
Peso del tarro	13.15	13.99	11.46
Peso del suelo seco	14.74	15.13	15.89
Porcentaje de humedad	22.7	20.0	18.3

Fuente: *Elaboración Propia.* (2020)

Tabla 105

Determinación del Índice de Plasticidad material de relleno reciclado

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	20
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	NP

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

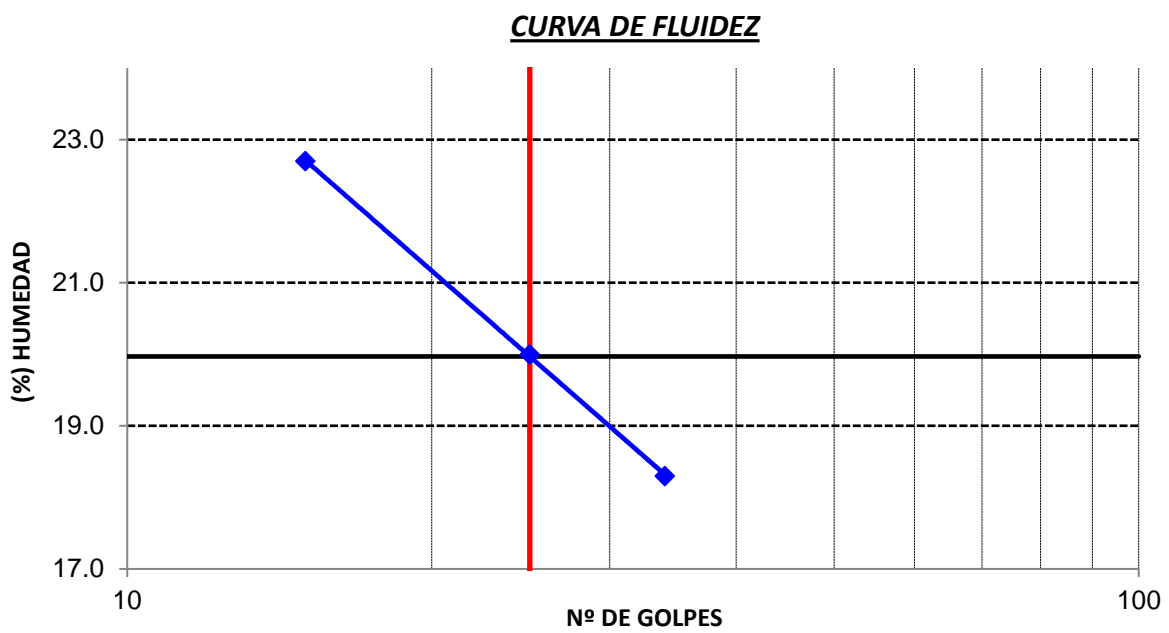


Figura 21. Curva de fluidez del material de relleno reciclado 50-50.

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 106

Contenido de Humedad del material de relleno reciclado 50-50.

CONTENIDO DE HUMEDAD			
A.- Peso de la muestra húmeda.	g.	2641.0	2549.0
B.- Peso de muestra seca	g.	2504.0	2416.0
C.- Peso del recipiente	g.	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	%	5.5	5.5
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	5.5	

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 107

Ensayo: Abrasión Los Ángeles Al Desgaste De Los Agregados De Tamaño Menores A 37.5 Mm (1 1/2") del material de relleno 50-50.

Tamiz		GRADACIONES			
pulg.	mm.	A	B	C	D
1"	25.000	1350	---	---	---
3/4"	19.000	1351	---	---	---
1/2"	12.500	1352	2500	---	---
3/8"	9.500	1353	2500	---	---
1/4"	6.300	---	---	2500	---
N° 04	4.750	---	---	2500	---
N° 08	2.360	---	---	---	5000
PESO TOTAL		5406	5000	5000	5000
PESO OBTENIDO		3672			
PERDIDA DESPUÉS DEL ENSAYO.		1734	5000	5000	5000
N° DE ESFERAS		12	11	8	6
PORCENTAJE OBTENIDO (%)		32	-	-	-

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 108

Peso del volumen húmedo del material de relleno reciclado 50-50.

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	11088	11341	11467	11490
Peso del molde	g.	6365	6365	6365	6365
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4723	4976	5102	5125
Volumen del molde	cm ³	2122	2122	2122	2122
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	2.226	2.345	2.404	2.415

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 109

Peso Volumétrico seco del material de relleno reciclado 50-50.

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	866.5	956.4	956.4	775.6
Peso del suelo seco + tara	g.	850.4	923.6	916.4	733.1
Peso de tara	g.	302.0	241.0	333.0	251.0
Peso de agua	g.	16.1	32.8	40	42.5
Peso de suelo seco	g.	548.4	682.6	583.4	482.1
contenido de agua	%	2.9	4.8	6.9	8.8
Peso volumétrico seco	g/cm ³	2.163	2.238	2.249	2.220

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

GRAFICO DEL PROCTOR

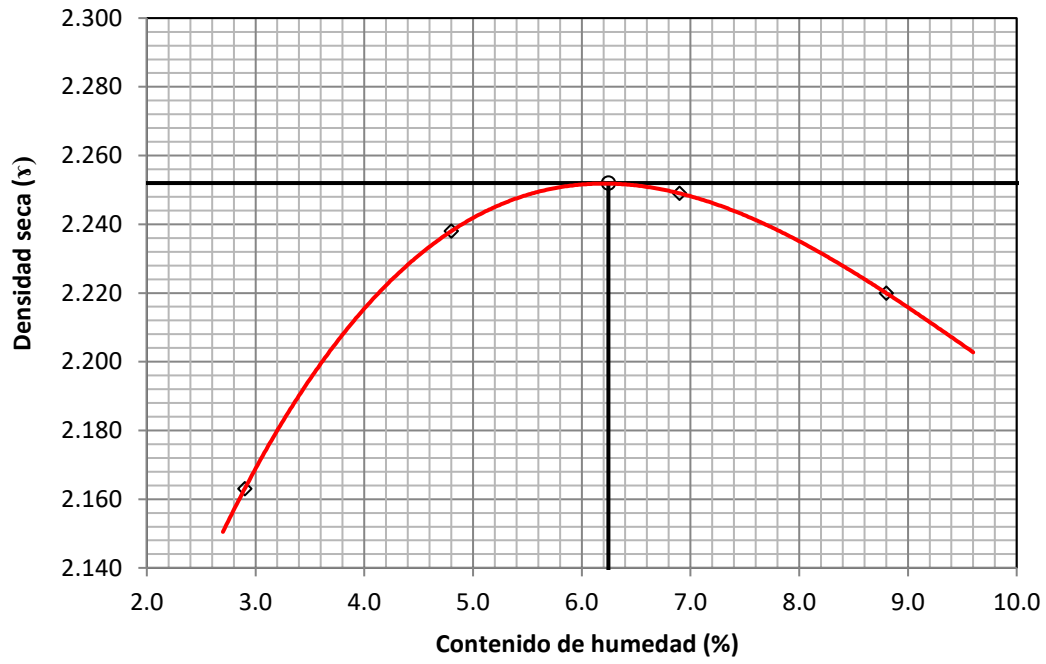


Figura 22. Grafico del Proctor de relleno reciclado 50-50.

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 110

Peso Volumétrico seco del material de relleno reciclado 50-50

CONTROL DEL GRADO DE COMPACTACIÓN						
EXPLORACIÓN		RELLENO ESTRUCTURAL	RELLENO ESTRUCTURAL	RELLENO ESTRUCTURAL	RELLENO ESTRUCTURAL	
NIVEL		CAPA N°1	CAPA N°2	CAPA N°3	CAPA N°4	
FECHA		12/10/2020	12/10/2020	12/10/2020	12/10/2020	
Profundidad: m		0.20	0.20	0.20	0.20	
1	Peso Arena + Frasco. (inicial)	g	7045	6945	7215	7348
2	Peso Arena + Frasco que queda. (final)	g	2516	2418	2648	2715
3	Peso arena del Embudo	g	1520	1520	1520	1520
4	Peso de la Arena empleada en la cavidad	g	3009	3007	3047	3113
5	Densidad de la Arena.	g/cm ³	1.38	1.38	1.38	1.38
6	Volumen de la Cavidad (hoyo)	cm ³	2180	2179	2208	2256
7	Peso Suelo Húmedo + Envase o tara	g	5302	5305	5418	5548
8	Peso del envase o tara	g	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Peso Suelo Húmedo - Tara	g	5302	5305	5418	5548
10	Peso de grava mayor a 3/4" de tamaño	g	1845	1942	1755	1843
11	Volumen de la Grava a 3/4"	g/cm ³	688	725	655	688
12	Peso suelo húmedo tamaño menor a 3/4"	g	3457	3363	3663	3705
13	Volumen del Suelo	cm ³	1492	1454	1553	1568
14	Densidad Húmeda: gr/cm ³	g/cm ³	2.317	2.312	2.358	2.363
15	Contenido de Humedad (%)		6.20	6.00	6.20	6.30
16	Densidad Seca: gr/cm ³	g/cm ³	2.182	2.181	2.221	2.223
RESULTADOS						
17	DENSIDAD HÚMEDA	g/cm ³	2.317	2.312	2.358	2.363
18	CONTENIDO DE HUMEDAD		6.20	6.00	6.20	6.30
19	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		6.76	6.76	6.76	6.76
20	MÁXIMA DENSIDAD SECA	g/cm ³	2.252	2.252	2.252	2.252
21	GRADO DE COMPACTACIÓN		96.88%	96.87%	98.61%	98.70%

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

**- Material de relleno combinado 60% de materia reciclado y 40% del material
 “Puente Chuquicara”**

Tabla 111

Análisis Granulométrico del material de relleno 60-40.

TAMICES (PULG)	(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000	1036.0	4.1	4.1	95.9
1 1/2"	37.500	1009.0	4.0	8.2	91.8
1"	25.000	2891.0	11.5	19.7	80.3
3/4"	19.000	3518.0	14.0	33.8	66.2
1/2"	12.500	3562.0	14.2	48.0	52.0
3/8"	9.500				
1/4"	6.300	4071.0	16.3	64.2	35.8
Nº04	4.750	541.0	2.2	66.4	33.6
Nº08	2.360				
Nº10	2.000	143.0	8.2	74.6	25.4
Nº16	1.190				
Nº20	0.850	77.0	4.4	79.0	21.0
Nº30	0.600				
Nº40	0.425	120.0	6.9	85.9	14.1
Nº50	0.300				
Nº80	0.177	100.0	5.7	91.7	8.3
Nº100	0.150	12.0	0.7	92.4	7.6
Nº200	0.075	34.0	2.0	94.3	5.7
< Nº200	FONDO	99.1	5.7	100.0	0.0

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

CURVA GRANULOMETRICA

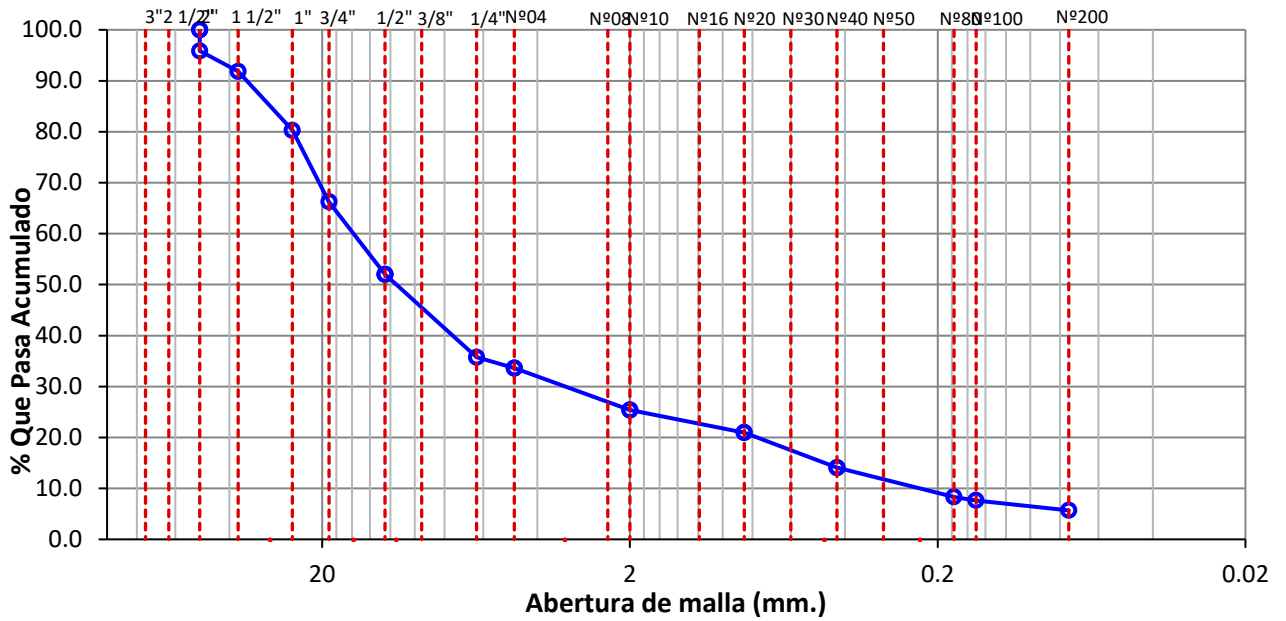


Figura 23. Curva Granulométrica de relleno 60-40.

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 112

Determinación del límite líquido y límite plástico material de relleno reciclado 60-40

Datos de ensayo.	Límite líquido		
	1	2	3
N° de tarro	1	2	3
N° de golpes	16	25	33
Tarro + suelo húmedo	31.04	32.05	30.16
Tarro + suelo seco	27.69	29.02	27.25
Agua	3.35	3.03	2.91
Peso del tarro	13.15	13.99	11.46
Peso del suelo seco	14.54	15.03	15.79
Porcentaje de humedad	23.0	20.2	18.4

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 113

Determinación del Índice de Plasticidad material de relleno reciclado 60-40

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	20
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	NP

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

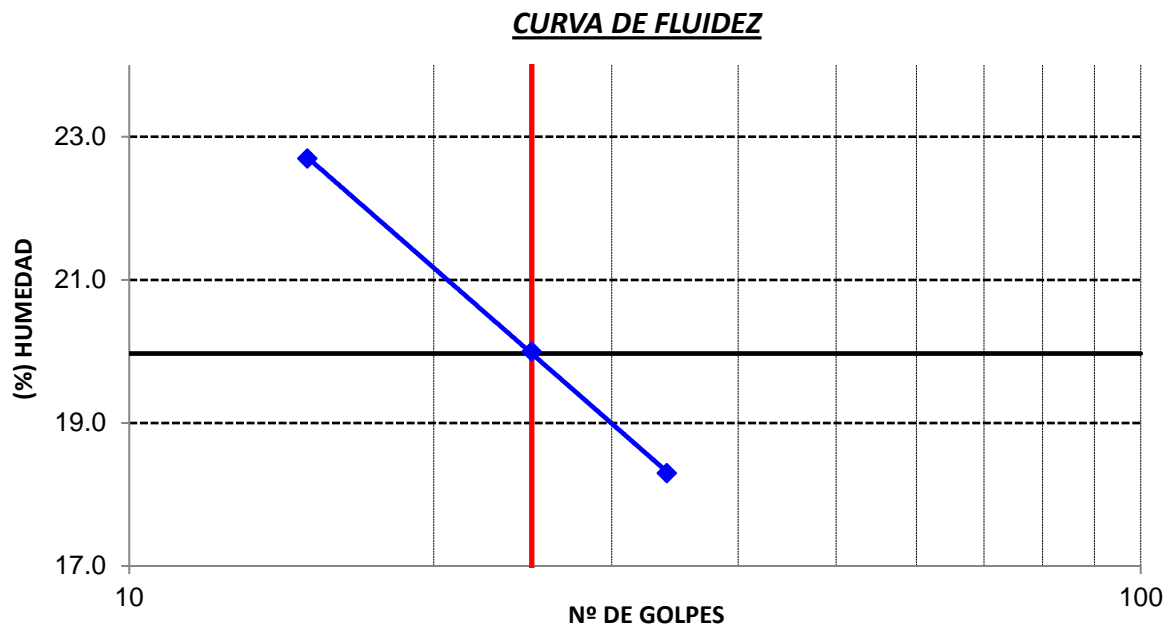


Figura 24. Curva de fluidez del material de relleno reciclado 60-40.

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 114

Contenido de Humedad del material de relleno reciclado 60-40.

CONTENIDO DE HUMEDAD			
A.- Peso de la muestra húmeda.	g.	2586.0	2490.0
B.- Peso de muestra seca	g.	2485.0	2381.0
C.- Peso del recipiente	g.	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	%	4.1	4.6
E.- Contenido de humedad (promedio)	%		4.4

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 115

Ensayo: Abrasión Los Ángeles (L.A.) Al Desgaste De Los Agregados De Tamaño Menores A 37.5 Mm (1 1/2") del material de relleno 60-40.

Tamiz		GRADACIONES			
PULG.	mm.	A	B	C	D
1"	25.000	1250	---	---	---
3/4"	19.000	1250	---	---	---
1/2"	12.500	1250	2500	---	---
3/8"	9.500	1250	2500	---	---
1/4"	6.300	---	---	2500	---
Nº 04	4.750	---	---	2500	---
Nº 08	2.360	---	---	---	5000
PESO TOTAL		5000	5000	5000	5000
PESO OBTENIDO		3672			
PERDIDA DESPUÉS DEL ENSAYO.		1328	5000	5000	5000
Nº DE ESFERAS		12	11	8	6
PORCENTAJE OBTENIDO (%)		27	-	-	-

 Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 116

Peso del volumen húmedo del material de relleno reciclado 60-40.

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10152	10901	10798	10187
Peso del molde	g.	6365	6365	6365	6365
Peso del suelo húmedo compactado	g.	3787	4536	4433	3822
Volumen del molde	cm ³	2122	2122	2122	2122
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.785	2.138	2.089	1.801

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 117

Peso Volumétrico seco del material de relleno reciclado 60-40.

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	866.5	956.4	956.4	775.6
Peso del suelo seco + tara	g.	850.4	923.6	916.4	733.1
Peso de tara	g.	302.0	241.0	333.0	251.0
Peso de agua	g.	16.1	32.8	40	42.5
Peso de suelo seco	g.	548.4	682.6	583.4	482.1
contenido de agua	%	2.9	4.8	6.9	8.8
Peso volumétrico seco	g/cm ³	2.163	2.238	2.249	2.220

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

GRAFICO DEL PROCTOR

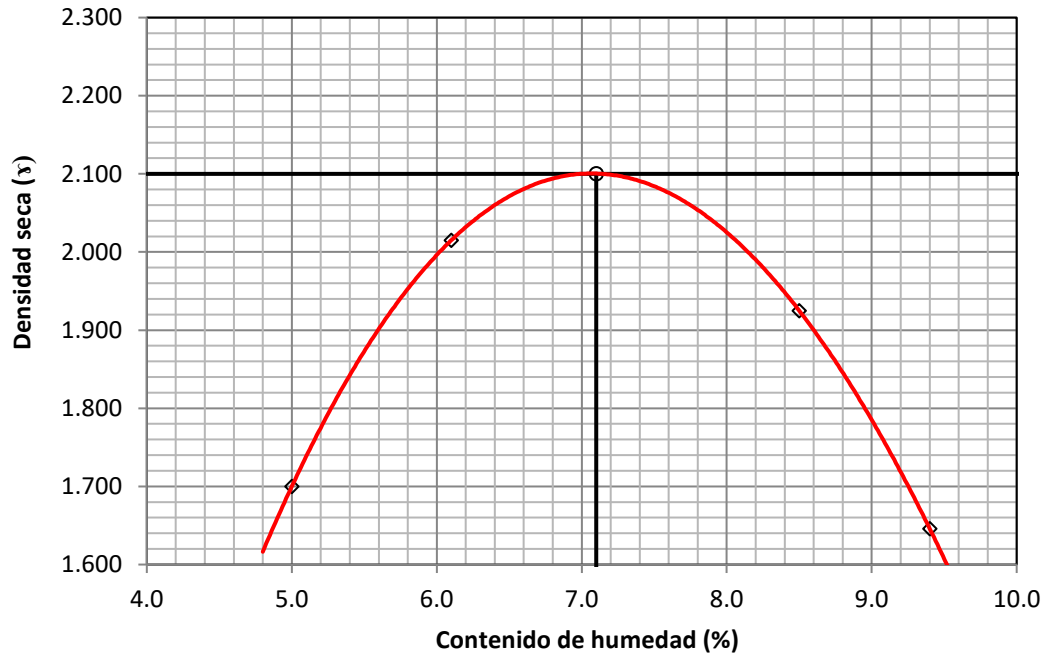


Figura 25. Grafico del Proctor de relleno reciclado 60-40.

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

Tabla 118

Peso Volumétrico seco del material de relleno reciclado 60-40

CONTROL DEL GRADO DE COMPACTACIÓN						
EXPLORACIÓN		RELLENO ESTRUCTURAL	RELLENO ESTRUCTURAL	RELLENO ESTRUCTURAL	RELLENO ESTRUCTURAL	
NIVEL		CAPA N°1	CAPA N°2	CAPA N°3	CAPA N°4	
FECHA		12/10/2020	12/10/2020	12/10/2020	12/10/2020	
Profundidad: m		0.20	0.20	0.20	0.20	
1	Peso Arena + Frasco. (inicial)	g	7350	7195	7496	7696
2	Peso Arena + Frasco que queda. (final)	g	2516	2418	2648	2715
3	Peso arena del Embudo	g	1520	1520	1520	1520
4	Peso de la Arena empleada en la cavidad	g	3314	3257	3328	3461
5	Densidad de la Arena.	g/cm ³	1.38	1.38	1.38	1.38
6	Volumen de la Cavidad (hoyo)	cm ³	2401	2360	2412	2508
7	Peso Suelo Húmedo + Envase o tara	g	5302	5305	5418	5548
8	Peso del envase o tara	g	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Peso Suelo Húmedo - Tara	g	5302	5305	5418	5548
10	Peso de grava mayor a 3/4" de tamaño	g	1845	1942	1755	1843
11	Volumen de la Grava a 3/4"	g/cm ³	688	725	655	688
12	Peso suelo húmedo tamaño menor a 3/4"	g	3457	3363	3663	3705
13	Volumen del Suelo	cm ³	1713	1636	1757	1820
14	Densidad Húmeda: gr/cm ³	g/cm ³	2.018	2.056	2.085	2.035
15	Contenido de Humedad (%)		7.50	7.80	7.50	7.60
16	Densidad Seca: gr/cm ³	g/cm ³	1.877	1.907	1.940	1.892
RESULTADOS						
17	DENSIDAD HÚMEDA	g/cm ³	2.018	2.056	2.085	2.035
18	CONTENIDO DE HUMEDAD		7.50	7.80	7.50	7.60
19	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		7.10	7.10	7.10	7.10
20	MÁXIMA DENSIDAD SECA	g/cm ³	2.100	2.100	2.100	2.100
21	GRADO DE COMPACTACIÓN		89.39%	90.83%	92.36%	90.08%

Fuente: *Elaboración Propia. (2020)*

4.6. Análisis e interpretación de resultados.

- Agregado

Se trabajo con un agregado grueso de tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ proveniente de la cantera “Rubén”.

El agregado grueso reciclado producto de residuos de construcción tuvo también un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$.

El peso unitario suelto y compactado del agregado grueso fue de 1629.73 kg/m³ y 1770.67 kg/m³

El peso unitario suelto y compactado del agregado grueso reciclado fue de 1310.39 kg/m³ y 1452.58 kg/m³.

Al comparar los pesos unitarios suelto y compactado:

- El agregado grueso pétreo de la cantera “Rubén” tiene mayor peso unitario suelto que el agregado grueso reciclado en 319.34 kg/m³.
- El agregado grueso pétreo de la cantera “Rubén” tiene mayor peso unitario compactado que el agregado grueso reciclado en 318.04 kg/m³.

El peso específico y absorción del agregado grueso fue de 2.8 gr/cm³ y 0.3%.

El peso específico y absorción del agregado grueso reciclado fue de 2.38 gr/cm³ y 4.22%.

Al comparar los pesos específicos y absorción:

- El agregado grueso pétreo de la cantera “Rubén” tiene mayor peso específico que el agregado grueso reciclado en 0.32gr/cm³.
- El agregado grueso reciclado tiene mayor absorción que el agregado grueso pétreo de la cantera “Rubén” en 3.92%.

- El agregado grueso reciclado por ser un agregado proveniente de la demolición y residuos de construcción (principalmente formado de elementos de concreto armado) posee un especifico similar al del concreto armado y posee mayor absorción que un agregado natural.

- **Concreto**

Se realizo el diseño de mezcla para el concreto patrón de F_c : 210kg/cm² obteniendo la siguiente proporción en peso:

-Cemento: 1

-Arena: 1.96

-Piedra: 2.96

-Agua : 21.4 lt/saco

Se realizo el diseño de mezcla para el concreto con 40% de agregado reciclado grueso de F_c : 210kg/cm² obteniendo la siguiente proporción en peso:

-Cemento: 1

-Arena: 2.05

-Piedra: 2.68

-Agua : 23.02 lt/saco

Se realizo el diseño de mezcla para el concreto con 50% de agregado reciclado grueso de F_c : 210kg/cm² obteniendo la siguiente proporción en peso:

-Cemento: 1

-Arena: 2.05

-Piedra: 2.76

-Agua : 24.34 lt/saco

De las proporciones obtenidas se observa que al utilizar agregado grueso reciclado se aumentó la proporción del agua.

Del diseño con 40% de agregado reciclado aumento en 1.62 lt/saco con respecto al diseño patrón.

Del diseño con 40% de agregado reciclado aumento en 1.62 lt/saco con respecto al diseño patrón.

Al realizar los ensayos de resistencia a la compresión a los 7 días a la muestra patrón se obtuvo una resistencia promedio de 194.8 kg/cm², a los 14 días se obtuvo una resistencia promedio de 233.3 kg/cm² y a los 28 días se obtuvo una resistencia promedio de 280.5 kg/cm².

Al realizar los ensayos de resistencia a la compresión a los 7 días a la muestra con 40% de agregado grueso reciclado se obtuvo una resistencia promedio de 183.5 kg/cm², a los 14 días se obtuvo una resistencia promedio de 222.4 kg/cm² y a los 28 días se obtuvo una resistencia promedio de 262.5 kg/cm².

Al realizar los ensayos de resistencia a la compresión a los 7 días a la muestra con 50% de agregado grueso reciclado se obtuvo una resistencia promedio de 190.5 kg/cm², a los 14 días se obtuvo una resistencia promedio de 228.9 kg/cm² y a los 28 días se obtuvo una resistencia promedio de 270.4 kg/cm².

Al comparar las resistencias obtenidas del ensayo de resistencia a la compresión se obtuvo lo siguiente:

-La resistencia obtenida de las muestras con 40% de agregado grueso reciclado es menor en 18 kg/cm² a la resistencia obtenida de la muestra patrón.

-La resistencia obtenida de las muestras con 50% de agregado grueso reciclado es menor en 10.1 kg/cm² a la resistencia obtenida de la muestra patrón.

-Se obtuvo mejor resultado con la muestra al 50% de agregado grueso reciclado por lo cual se elaboraron 30 testigos de concreto para realizar la curva de distribución normal obteniendo lo siguiente:

- Resistencia promedio:264.76 kg/cm².
- Resistencia maxima:279.6 kg/cm².
- Resistencia minima:238.3 kg/cm².
- Desviación Estandar:10.7 kg/cm².

Por lo cual de la curva de distribución normal (figura 12) y la tabla 58:

- Existe la probabilidad de que el 68.0% de los testigos elaborados tengan una resistencia a la compresión entre 254.06 kg/cm² y 275.46 kg/cm² a la edad de 28 días.
- Existe la probabilidad de que el 95.1% de los testigos elaborados tengan una resistencia a la compresión entre 243.36 kg/cm² y 286.17 kg/cm² a la edad de 28 días.
- Existe la probabilidad de que el 99.7% de los testigos elaborados tengan una resistencia a la compresión entre 232.66 kg/cm² y 296.87 kg/cm²

- **Ladrillo**

Se elaboraron ladrillo con agregado reciclado con las siguientes proporciones:

Proporción “1”

- Cemento:1
- Arena:3
- Confitillo:2

Proporción “2”

- Cemento:1
- Arena:4
- Confitillo:2

Proporción “3”

- Cemento:1
- Arena:5
- Confitillo:2

Al realizar los ensayos de variación dimensional:

- Para la proporción 1 En la variación del ancho se obtuvo un 0.87%, en la variación del largo se obtuvo un -1.08% y en la variación de la altura de obtuvo un -0.94%.

-Para la proporción 2 En la variación del ancho se obtuvo un 1.23%, en la variación del largo se obtuvo un -1.39% y en la variación de la altura de obtuvo un -1.47%.

-Para la proporción 3 En la variación del ancho se obtuvo un 0.88%, en la variación del largo se obtuvo un -1.48% y en la variación de la altura de obtuvo un -0.94%.

Al realizar los ensayos de succión:

- Para la proporción 1 se obtuvo una succión promedio de 45.5 gr/200 cm² -min.

-Para la proporción 2 se obtuvo una succión promedio de 57.09 gr/200 cm² -min.

-Para la proporción 3 se obtuvo una succión promedio de 68.03 gr/200 cm² -min.

La norma E 070 recomienda para unidades de albañilería regarlas durante media hora entre 10 y 15 horas antes de asentarlas para evitar que le robe humedad al mortero y debilite el muro.

Al realizar los ensayos de absorción:

- Para la proporción 1 se obtuvo una absorción promedio de 10.71%.

-Para la proporción 2 se obtuvo una absorción promedio de 15.05%.

-Para la proporción 3 se obtuvo una absorción promedio de 19.08%.

La norma E 070 recomienda que la absorción en unidad de albañilería de concreto no sea mayor de 12 % por lo cual la proporción 1 se encuentra dentro del parámetro.

Al realizar los ensayos de resistencia a la compresión:

- Para la proporción 1 se obtuvo una resistencia promedio de a los 7 días de 81.23 kg/cm², a los 14 días de 100.78 kg/cm² y a los 28 días de 120.49 kg/cm².

- Para la proporción 2 se obtuvo una resistencia promedio de a los 7 días de 89.63 kg/cm², a los 14 días de 108.91 kg/cm² y a los 28 días de 128.50 kg/cm².

- Para la proporción 3 se obtuvo una resistencia promedio de a los 7 días de 117.88 kg/cm², a los 14 días de 132.11 kg/cm² y a los 28 días de 148.92 kg/cm².

- Material de relleno

El material de relleno que se utilizó en esta investigación denominado “material de relleno Puente Chuquicara” presenta las siguientes características:

-Tamaño máximo de 1 1/2”, es un suelo con un porcentaje de grava de 48.2%, arena 41.2% y con un 10.6% que pasa la malla N° 200.

- Limite liquido 24% no presenta limite plástico por cual no tiene Índice de Plasticidad.

-Desgaste a los ángeles: 50% máximo.

- Al ser clasificado por la S.U.C.S es una grava mal graduada con limo y arcilla, según la clasificación ASHTOO es un suelo que pertenece al grupo A-1-a (0).

Según los requisitos establecidos en el Manual de Carreteras – Especificaciones Técnica Generales para la Construcción el material de relleno “Puente Chuquicara” satisface los requisitos de calidad.

El material de relleno reciclado que se utilizó presenta las siguientes características:

-Tamaño máximo de 2”, es un suelo con un porcentaje de grava de 51.5%, arena 46.0% y con un 2.5% que pasa la malla N° 200.

- Limite liquido 23% no presenta limite plástico por cual no tiene Índice de Plasticidad.

-Desgaste a los ángeles: 50% máximo.

- Al ser clasificado por la S.U.C.S es una grava mal graduada con arena, según la clasificación ASHTOO es un suelo que pertenece al grupo A-1-a (0).

Según los requisitos establecidos en el Manual de Carreteras – Especificaciones Técnica Generales para la Construcción el material de relleno reciclado satisface los requisitos de calidad.

El material de relleno combinado (50% del material de relleno “Puente Chuquicara” y 50% del material de relleno reciclado) que se utilizó presenta las siguientes características:

- Tamaño máximo de 2”, es un suelo con un porcentaje de grava de 63.9%, arena 29.9% y con un 6.5% que pasa la malla N° 200.
- Limite liquido 20% no presenta limite plástico por cual no tiene Índice de Plasticidad.
- Desgaste a los ángeles: 50% máximo.
- Al ser clasificado por la S.U.C.S es una grava bien graduada con limo y arcilla (GW-GM), según la clasificación ASHTOO es un suelo que pertenece al grupo A-1-a (0).

Al realizar el ensayo de compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor modificado) se dibujó la curva de compactación figura N° 22 se obtuvo una densidad máxima seca de 2.252 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad 6.2%.

Al realizar la densidad de campo mediante el cono de arena se obtuvo un grado de compactación de 96.88%, 96.87%, 98.61%,98.70% y un contenido de humedad de 6.2%,6%,6.3%,6.2%.

Grado de compactación Promedio: $90.67\% \geq 90\%$ (Cuerpo y Base)

$97.77\% \geq 95\%$ (Corona)

Según los requisitos establecidos en el Manual de Carreteras – Especificaciones Técnica Generales para la Construcción el material de relleno reciclado satisface los requisitos de calidad.

El material de relleno combinado (60% del material de relleno “Puente Chuquicara” y 40% del material de relleno reciclado) que se utilizó presenta las siguientes características:

- Tamaño máximo de 2”, es un suelo con un porcentaje de grava de 66.4%, arena 27.9% y con un 5.7% que pasa la malla N° 200.
- Limite liquido 20% no presenta limite plástico por cual no tiene Índice de Plasticidad.
- Desgaste a los ángeles: 50% máximo.
- Al ser clasificado por la S.U.C.S es una grava bien graduada con limo y arcilla (GW-GM), según la clasificación ASHTOO es un suelo que pertenece al grupo A-1-a (0).

Al realizar el ensayo de compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor modificado) se dibujó la curva de compactación figura N° 25 se obtuvo una densidad máxima seca de 2.100 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad 7.1%.

Al realizar la densidad de campo mediante el cono de arena se obtuvo un grado de compactación de 89.39%, 90.83%, 92.36%,90.08% y un contenido de humedad de 7.5%,7.8%,7.5%,7.6%.

Grado de compactación Promedio: $90.67\% \geq 90\%$ (Cuerpo y Base)

Según los requisitos establecidos en el Manual de Carreteras – Especificaciones Técnica Generales para la Construcción el material de relleno reciclado satisface los requisitos de calidad.

La combinación 50-50 presenta un menor óptimo contenido de humedad y mayor densidad máxima seca que la combinación 60-40.

La combinación 50-50 presenta un mayor grado de compactación que la combinación 60-40, en ambos casos cumplen con los parámetros establecidos en el Manual de Carreteras – Especificaciones Técnica Generales para la Construcción.

4.7. Discusión

A través de los años el auge por el estudio y uso de los materiales reciclados ha venido incrementando notablemente debido a que el mundo ha comprendido su importancia económica y ecológica.

En la investigación “El concreto reciclado con escombros como generador de hábitats urbanos sostenibles” de Carlos Mauricio Bedoya Montoya, Universidad Nacional de Colombia no muestra que el aprovechamiento de residuos de construcción, desde el punto vista económico se hará viable a lo largo del tiempo para producción de agregados reciclados y así formar concretos ecológicos.

En esta investigación titulada “Utilización De Residuos De Construcción Como Material Alternativo En Edificaciones De Viviendas Sostenibles En Nuevo Chimbote” se buscó aprovechar los residuos de construcción que son depositados a lo largo de la Panamericana Norte Auxiliar del km 424 al km 1+ 424.

Con estos residuos de construcción se elaboraron agregados reciclados para luego formar concreto, unidades de albañilería y material de relleno para ser usado en vivienda sostenibles. Se obtuvieron resultados muy positivos al realizar los ensayos respectivos para el concreto, unidades de albañilería y material de relleno demostrando que, si se puede aprovechar estos residuos y así se podría reducir la contaminación en la ciudad de Nuevo Chimbote, para hacer más viable el aprovechamiento de estos residuos se tendría que mejorar la tecnología en la ciudad para así poder formar agregados reciclados de mejor calidad partiendo por un planta de clasificación donde tendrían que ser enviados directamente para luego ser tratados.

José Domínguez, Víctor Villanueva, Emilio Martínez en su trabajo de investigación titulado “Elementos constructivos aplicables a viviendas de interés social fabricados con áridos reciclados” publicado por el instituto tecnológico de Chetumal; México en el año 2004, Nos comenta que al comparar la materia prima reciclada con la materia prima natural en la fabricación de elementos constructivos se encontraron resultados muy positivos.

En este trabajo se elaboraron bloques huecos de concreto, mosaicos de pasta y adoquines. Estos elementos no fueron fabricados en laboratorio, fueron fabricados en industrias de la región para simular su industrialización, con la finalidad de obtener resultados más útiles en caso de su industrialización real. Se sometieron a ensayos físico-mecánicos en laboratorio y aunque no se cubrieron todos los estándares señalados en las normas correspondientes, al comparar la materia prima reciclada con la materia prima natural en la fabricación de elementos constructivos se encontraron resultados muy positivos.

Se elaboraron bloques de huecos de 3 celdas de 15 x 20 x 40 , se utilizó la misma proporción tanto para los bloques reciclados como naturales sin hacer mezclas combinadas, los bloques reciclados clasificaron bien en cuanto a sus dimensiones y obtuvieron una resistencia a la compresión de 2.44 MPa (24.88 kg/cm²) y una absorción de 286 lt/m³ y los bloques naturales también clasificaron bien en cuanto a sus dimensiones y obtuvieron una resistencia a la compresión de 2.71 MPa (27.63 kg/cm²) y una absorción de y 266 lt/m³.

Al comparar los resultados de esta investigación “Elementos constructivos aplicables a viviendas de interés social fabricados con áridos reciclados” con la investigación “Utilización De Residuos De Construcción Como Material Alternativo En Edificaciones.

De Viviendas Sostenibles En Nuevo Chimbote” se coincide que los agregados reciclados presentan una mayor absorción de humedad con respecto a los agregados naturales, también que los agregados reciclados presentan menor densidad que un agregado natural. Por lo tanto, los agregados reciclados pueden ser utilizados en la construcción de viviendas, brindando una alternativa de menor costo y con la calidad adecuada, además de los beneficios ecológicos que implica el atenuar la explotación de la roca natural y disminuir el volumen de residuos en botaderos o vertederos clandestinos.

Jorge Mario Susunga Monroy en su trabajo de investigación titulado “Construcción Sostenible, Una Alternativa Para La Edificación De Viviendas De Interés Social Y Prioritario” publicado en el año 2014 por la universidad católica de Colombia.

Comenta que se debería profundizar en el tema de manejos de residuos de construcción, para obtener materiales reciclados con características técnicas para ser aplicados en la construcción de edificaciones nuevas. Los escombros son los más abundantes entre los residuos de construcción y demolición después de la tierra; ocupan entre el 15 y el 20 % en peso. Son parte constitutiva de ellos el concreto y los cerámicos, principalmente.

Estos escombros son llevados a una planta de transformación, en la cual se trituran y se clasifican en agregados gruesos y finos; luego son mezclados con agregados naturales y se confeccionan las mezclas que serán empleadas generalmente en la producción industrializada de prefabricados, tales como ladrillos, bloques, adoquines, paneles, bordillos, etc.

A igual que en esta investigación “Utilización De Residuos De Construcción Como Material Alternativo En Edificaciones De Viviendas Sostenibles En Nuevo Chimbote” se está de acuerdo que el concreto reciclado representa múltiples ventajas para el medio ambiente, para producir concreto reciclado se emplearan como materia prima los agregados reciclados evitando que lleguen a vertederos, se evitara que se usen los agregados naturales no renovables.

El “diario la republica” en su artículo “RECICLAR PARA CONSTRUIR” publicado el 23 de octubre del 2016. Nos informa que el Ing. Roger Mori lidera un equipo que elabora ladrillos con el desmonte de las obras de construcción. El Ing. Mori tiene un terreno en Cieneguilla donde los volqueteros descargan su material para luego seleccionar el material útil (restos de ladrillos, grava, morteros) quedando afuera materiales como plástico, madera y residuos orgánicos.

El material resultante recibe el nombre de árido reciclado, luego se mezcla con agua y cemento para luego ser moldeado por máquinas que le dan la clásica forma rectangular exigida por las normas técnicas. Luego, atraviesa por una etapa de curación y otra de secado que dura casi un mes. Al final, el producto será un ladrillo sostenible: una pieza plomiza de 18 huecos elaborada con material reutilizado.

El Ing. Morí y su equipo comenta que la construcción consume el 50% de los recursos disponibles en el mundo y produce el 50% de los desechos.

Esta iniciativa por comenzar a reciclar los escombros productos de residuos de construcción y demolición para crear un nuevo material aplicado en la construcción nueva es una alternativa muy beneficiosa pensando en un futuro donde las ciudades estarán superpobladas, la demanda por construir será mayor y evitar así agotar los recursos no renovales como son los agregados pétreos.

A igual que esta investigación se “Utilización De Residuos De Construcción Como Material Alternativo En Edificaciones De Viviendas Sostenibles En Nuevo Chimbote”

Se busca crear material alternativo para ser aplicado en edificaciones de viviendas sostenibles, en esta investigación se buscó elaborar concreto, unidades de albañilería y material de relleno a partir de los escombros provenientes de los residuos de construcción que son depositados a lo largo de Panamericana Norte Auxiliar del km 424 al km 1+ 424. Se uso los residuos de construcción en la formación de agregados con características físicas (granulometría) similares a la de un agregado natural pétreo para luego elaborar concreto, también se elaboró concreto con agregados pétreos naturales para tener una comparación. Se sometido a ensayos al concreto obteniendo resultados positivos, el concreto reciclado obtenido presenta características similares al concreto formado con agregado natural.

Se elaboro unidades de albañilería (ladrillos de 8 x 13 x 21) a partir de agregados reciclados, se utilizó 3 proporciones (1:3:2, 1:4:2,1:5:2) de los cuales la proporción que cumplió con los requisitos establecidos por la norma E 70 fue la proporción 1:4:2 obteniendo una resistencia de 128.5 kg/cm² a los 28 días, una absorción promedio de 15.05% y una succión promedio de 57.09 gr/200 cm² -min.

Por ser un ladrillo formado con agregados reciclados presentan una absorción superior al de un ladrillo convencional, la norma E 070 recomienda que la absorción en unidad de albañilería de concreto no sea mayor de 12 %.

Al mezclar material reciclado con el material de relleno “Puente Chuquicara” se obtuvo un material con propiedades similares al material de relleno “Puente Chuquicara” cumpliendo así con los parámetros establecidos en el Manual de Carreteras – Especificaciones Técnica Generales para la Construcción.



**CAPITULO
V**

**CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Habiendo desarrollado la presente tesis se determinó, que a partir de los residuos de construcción de los botaderos informales se puede elaborar material alternativo (agregado, ladrillo, concreto, material de relleno) con buenas propiedades físicas y mecánicas para ser usados en la edificación de viviendas por lo tanto la Hipótesis “Si se aprovecha óptimamente los residuos de construcción entonces se podrán usar en las edificaciones de viviendas en Nuevo Chimbote”: Es Aceptada.

- Conclusión 1:

Botadero:	Panamericana Norte Auxiliar del km 424 al km 1+ 424.			
------------------	------------------------------------------------------	--	--	--

Volumen:	66058.52 m ³			
-----------------	-------------------------	--	--	--

RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN				
Descripción	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4
Calicata 1:	Basura	Ladrillo	Concreto	Concreto
Calicata 2:	Cerámica	Concreto	Concreto	Ladrillo
Calicata 3:	Basura	Madera	Madera	Ladrillo
Calicata 4:	Plástico	Madera	Metálico	Concreto
Calicata 5:	Basura	Ladrillo	Tecnopor	Plástico
Calicata 6:	Concreto	Ladrillo	Cerámica	-
Calicata 7:	Concreto	Concreto	Acero	Madera
Calicata 8:	Plástico	Ladrillo	Concreto	-
Calicata 9:	Ladrillo	Ladrillo	Concreto	Concreto
Calicata 10:	Plástico	Acero	Concreto	Cerámica

- Conclusión 2:

PROCEDIMIENTO PARA CLASIFICAR LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN				
1	Ubicar el lugar donde se va a recolectar los residuos de construcción para la elaboración de material alternativo (agregado, ladrillo, concreto, material de relleno).			
2	Realizar las calicatas respectivas para el reconocimiento de los residuos de construcción.			
3	Seleccionar y separar los residuos de construcción que se utilizaran para la elaboración de material alternativo (agregado, ladrillo, concreto, material de relleno).			
4	Al seleccionar los residuos de construcción se estima que del volumen total se aprovecha a un 30 % para elaboración de material alternativo (agregado, ladrillo, concreto, material de relleno).			
5	Tratamiento de los residuos de construcción.			
6	Al terminar el tratamiento se obtuvo agregado grueso, agregado fino, Confitillo y material relleno.			
7	Elaborar los ensayos respectivos a los agregados reciclados provenientes de los residuos de construcción.			
	Elaborar materia alternativa según la dosificación establecida.			
	Proporción	Cemento	1	1
	Ladrillo	Confitillo Reciclado	3	4
		Agregado Fino Reciclado	2	2
	Proporción	Cemento	1	
	Concreto Fc : 210 kg/cm ² - 40%	Agregado Grueso Reciclado	2.05	
		Agregado fino	2.68	
		Agua	23.02 lt/saco	
8	Proporción	Cemento	1	
	Concreto Fc : 210 kg/cm ² - 50%	Agregado Grueso Reciclado	2.05	
		Agregado fino	2.76	
		Agua	24.34 lt/saco	
	Material de Relleno 50-50	Natural	0.5	
		Reciclado	0.5	
	Material de Relleno 60-40	Natural	0.6	
		Reciclado	0.4	
	Material de Relleno 0-100	Natural	0	
		Reciclado	1	

- **Conclusión 3:**

MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN

CONCRETO	Se elaboro concreto con agregado grueso reciclado. Existe un 99.7% de probabilidad de que el concreto con 50% de agregado grueso reciclado llevo a una resistencia a la compresión entre 232.66 kg/cm ² y 296.87 kg/cm ² .
LADRILLO	Se elaboro ladrillo con agregado fino y confitillo reciclado. Los ladrillos elaborados se clasifican como unidades de albañilería para fines estructurales de ladrillo clase IV y III y se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma E 070. Existe un 99.7% de probabilidad de la proporción (1:4:2) llevo a una resistencia a la compresión entre 122.96 kg/cm ² y 150.53 kg/cm ² .
MATERIAL DE RELLENO	Se elaboro material de relleno combinando material natural con material reciclado. El material de relleno obtenido según la clasificación AASHTO pertenece al grupo A-1-a (0) , según SUCS (GW-GM) y no presentan limite plástico por lo tanto no tienen índice de plasticidad. El material de relleno combinado (50-50) presentan características (Grado de Compactación: 97.77%) que se encuentran dentro de los parámetros establecidos por el Manual de Carreteras – Especificaciones Técnica Generales para la Construcción.

- **Conclusión 4:**

ALTERNATIVAS DE COMO DISMINUIR EL VOLUMEN DE RESIDUOS DE LOS BOTADEROS

Alternativa 1:	Hacer comercial la demanda de material alternativo (ladrillo, concreto, agregados y material de relleno) provenientes de residuos de construcción.
Alternativa 2:	Direccionar los residuos de construcción desde la etapa de demolición y de la etapa de construcción a un espacio para facilitar el proceso de selección para obtener residuos de construcción más limpio y de mejor calidad para elaborar material alternativo (ladrillo, concreto, agregados y material de relleno).
Alternativa 3:	Habilitar un espacio para que los residuos de construcción sean depositados masivamente para luego iniciar con el proceso de selección y separar los residuos a utilizar en la elaboración de material alternativo (ladrillo, concreto, agregados y material de relleno).
Alternativa 4:	Concientizar a la población (empresas constructoras, Personal Constructor) sobre el reciclaje y reutilización de los residuos de construcción para así reducir el consumo masivo de recursos no renovables (agregados naturales pétreos) en la elaboración de materiales de construcción.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar residuos de construcción en la elaboración de concreto para un diseño de mezcla de hasta 210kg/cm² reemplazando hasta un 50% el agregado grueso.
- Realizar estudios con otros residuos de construcción y contrastar los resultados con la investigación realizada.
- Se recomienda usar partículas gruesas y finas de residuos de construcción para formar material de relleno con buenas características.
- Para obtener residuos de construcción de mejor calidad para ser usados como agregados reciclados en la elaboración de concreto, ladrillos y material de relleno se debe disponer un espacio para clasificación y tratamiento a penas salga de la obra y no sea depositado en botaderos informales con otros material y desperdicios.
- Se recomienda hacer comercial la demanda de residuos de construcción para aprovechar este residuo y reducir la contaminación.



**CAPITULO
VI**

**REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carlos, B. (2013). El Concreto Reciclado Con Escombros Como Generados De Habitats Urbano Sostenible. (Tesis de Grado de Magister). Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

Culcay, B. (2016). Prototipo De Vivienda Social Sostenible Para La Ciudad De Cuenca. Tesis de Pregrado. Universidad de Cuenca, Cuenca.

Domínguez, J., Villanueva, V., & Emilio, M. (2004). Elementos Constructivos Aplicables A Viviendas De Interés Social Fabricados Con Áridos Reciclados. México: Instituto Tecnológico de Chetumal.

Gamero, L. (23 de octubre de 2016). LA REPUBLICA. Obtenido de LA REPUBLICA: <https://larepublica.pe/domingo/983369-reciclar-para-construir>

Gómez, D., Tamayo, J., & Urrego, K. (2018). Materiales Alternativos. Un Prototipo Para La Construcción De Viviendas De Interés Social. Antioquia: Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia.

INEI. (13 de septiembre de 2017). RESULTADOS DEL CENSO 2017 PARA ANCASH. Chimbote, Santa, Perú. Obtenido de INSTITUTO PERUANO DE ECONOMÍA: <https://www.ipe.org.pe/portal/resultados-del-censo-2017-paraancash/>

Medina, M. (2015). Implementación De Metodología Para La Gestión De Residuos De Construcción Y Demolición En Edificación De Viviendas De Material Noble En Lima. Tesis de Pregrado. Universidad Ricardo Palma, Lima.

MINVIV. (2016). Reglamento Nacional de Edificaciones. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Lima Perú.

Pasque, E. (1998). Tópicos de tecnología Del Concreto en el Perú. Lima.

Rivva López, E. (2002). Concretos de alta resistencia. Lima: Fondo Editorial ICG.

Rivva López, E. (2008). Materiales para el concreto. Lima: Fondo Editorial ICG.

Rivva López, E. (2012). Ataques al Concreto. Lima: Fondo Editorial ICG.

Rivva López, E. (2013). Diseño de mezclas. Lima: Williams E.I.R.L.



**CAPITULO
VII**

ANEXOS

VII.ANEXOS

7.1. Anexo 01 - Ensayo de los agregados

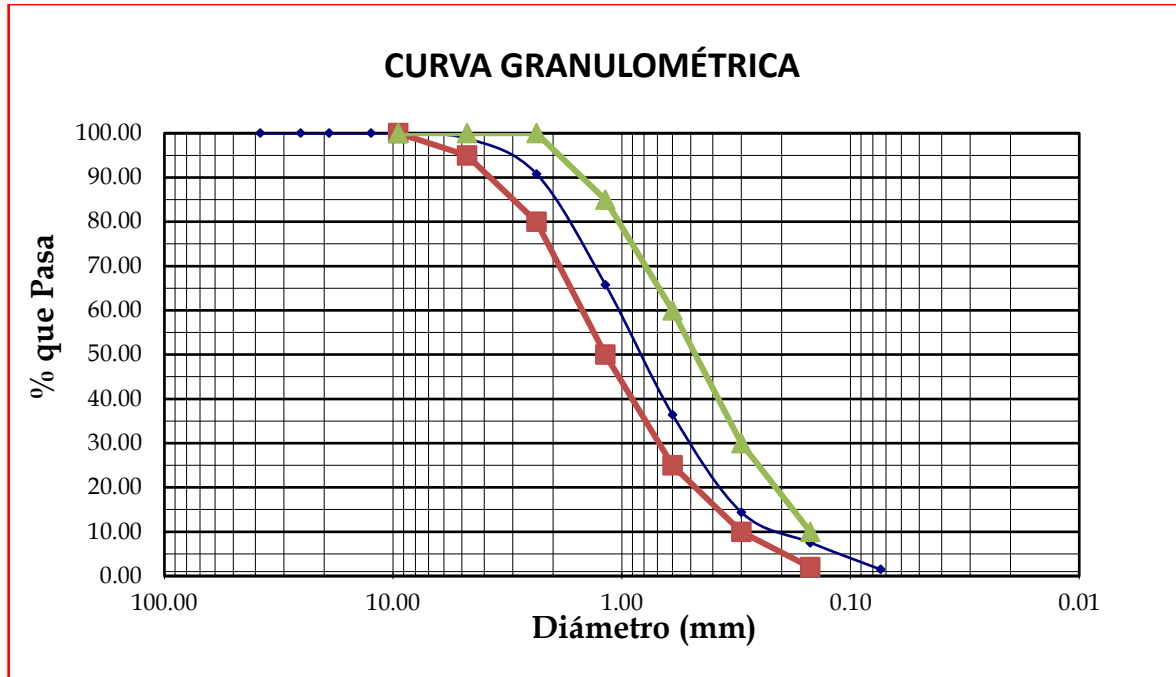
7.1.1. Análisis granulométrico del agregado fino (ASTM C136 / NTP 400.037)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DE TECNOLOGÍA
 DE CONCRETO DE LA UNS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136 / NTP 400.012)

Peso inicial seco (gr)		1000.00			
Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	0.000	100.000
1"	25.400	0.000	0.000	0.000	100.000
3/4"	19.050	0.000	0.000	0.000	100.000
1/2"	12.500	0.000	0.000	0.000	100.000
3/8"	9.500	0.000	0.000	0.000	100.000
N° 04	4.750	12.000	1.200	1.200	98.800
N° 08	2.360	80.000	8.000	9.200	90.800
N° 16	1.180	250.000	25.000	34.200	65.800
N° 30	0.600	293.800	29.380	63.580	36.420
N° 50	0.300	220.300	22.030	85.610	14.390
N° 100	0.150	68.400	6.840	92.450	7.550
N° 200	0.074	60.500	6.050	98.500	1.500
Cazoleta		15.000	1.500	100.000	0.000
TOTAL		1000.000	100.000		



7.1.2. Análisis granulométrico del agregado grueso (ASTM C136 / NTP 400.037)

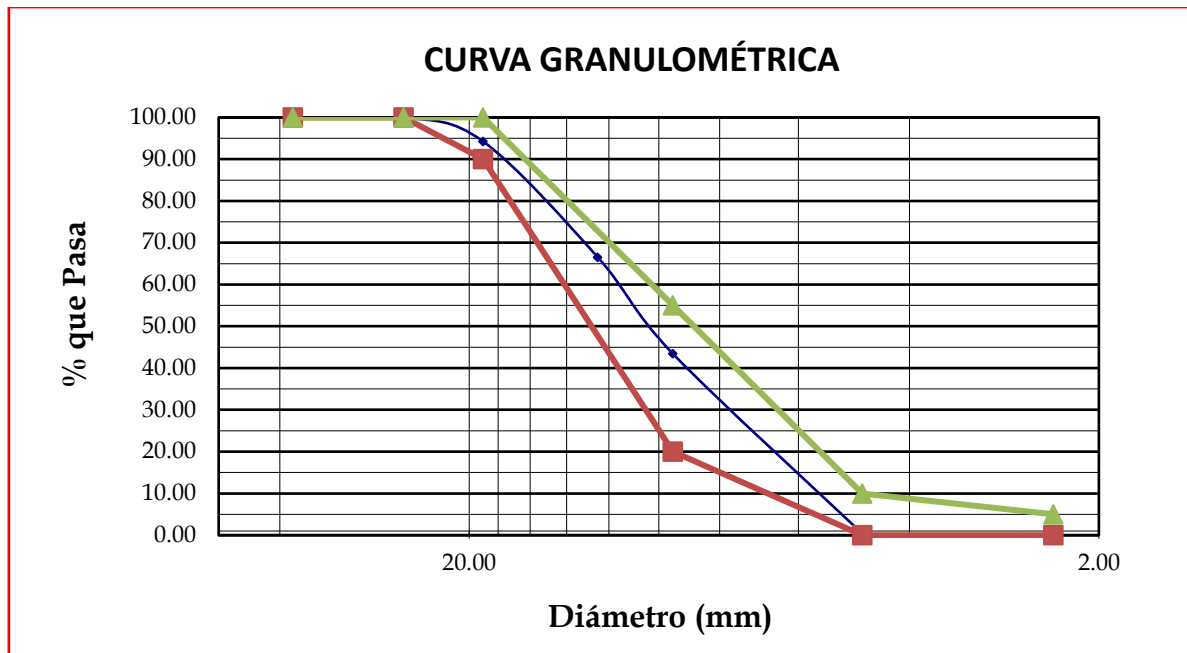
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DE
 TECNOLOGÍA DE CONCRETO DE LA UNS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136 / NTP 400.012)

Peso inicial seco (gr) 6500.00

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa	Tamaño Máximo Nominal
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	0.000	100.000	
1"	25.400	0.000	0.000	0.000	100.000	
3/4"	19.000	375.000	5.769	5.769	94.231	3/4"
1/2"	12.500	1800.000	27.692	33.462	66.538	
3/8"	9.500	1500.000	23.077	56.538	43.462	
N° 04	4.750	2800.000	43.077	99.615	0.385	
Cazoleta		25.000	0.385	100.000	0.000	
TOTAL		6500.000	100.000			



7.1.3. Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado (ASTM C136 / NTP 400.037)

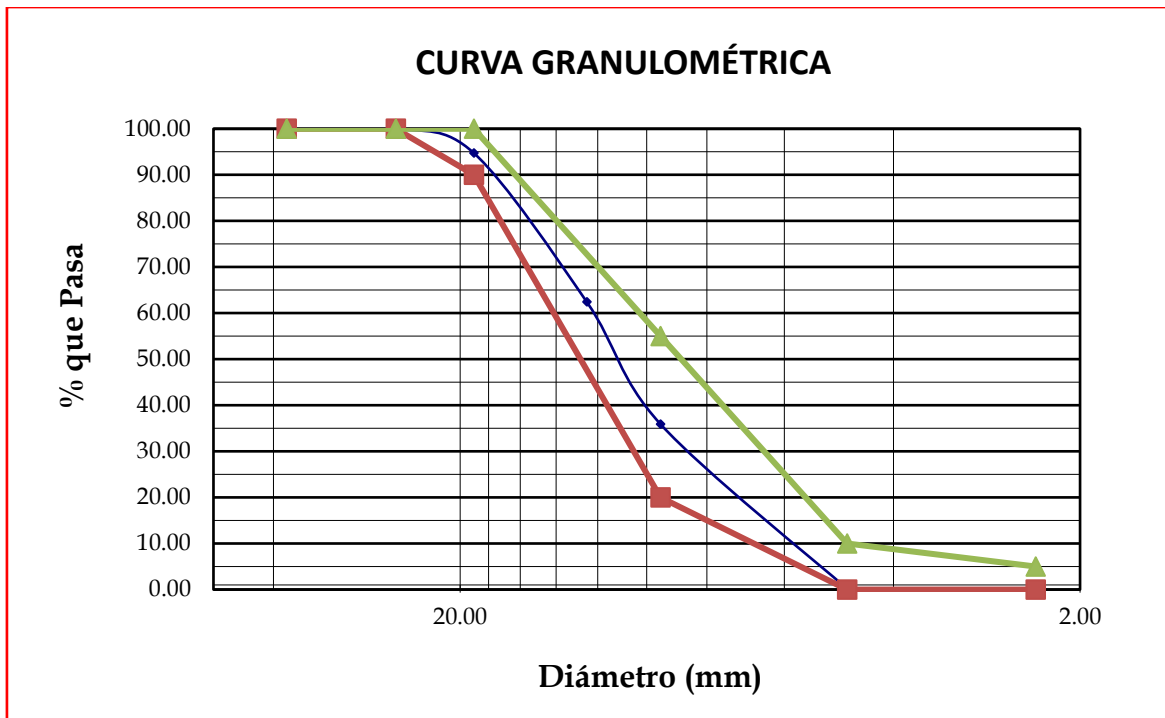
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DE
 TECNOLOGÍA DE CONCRETO DE LA UNS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136 / NTP 400.012)

Peso inicial seco (gr) 3500.00

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa	Tamaño Máximo Nominal
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	0.000	100.000	
1"	25.400	0.000	0.000	0.000	100.000	
3/4"	19.000	185.000	5.286	5.286	94.714	3/4"
1/2"	12.500	1129.000	32.257	37.543	62.457	
3/8"	9.500	930.000	26.571	64.114	35.886	
N° 04	4.750	1250.480	35.728	99.842	0.158	
Cazoleta		5.520	0.158	100.000	0.000	
TOTAL		3500.000	100.000			



7.1.4. Análisis granulométrico del confitillo reciclado (ASTM C136 / NTP 400.037)

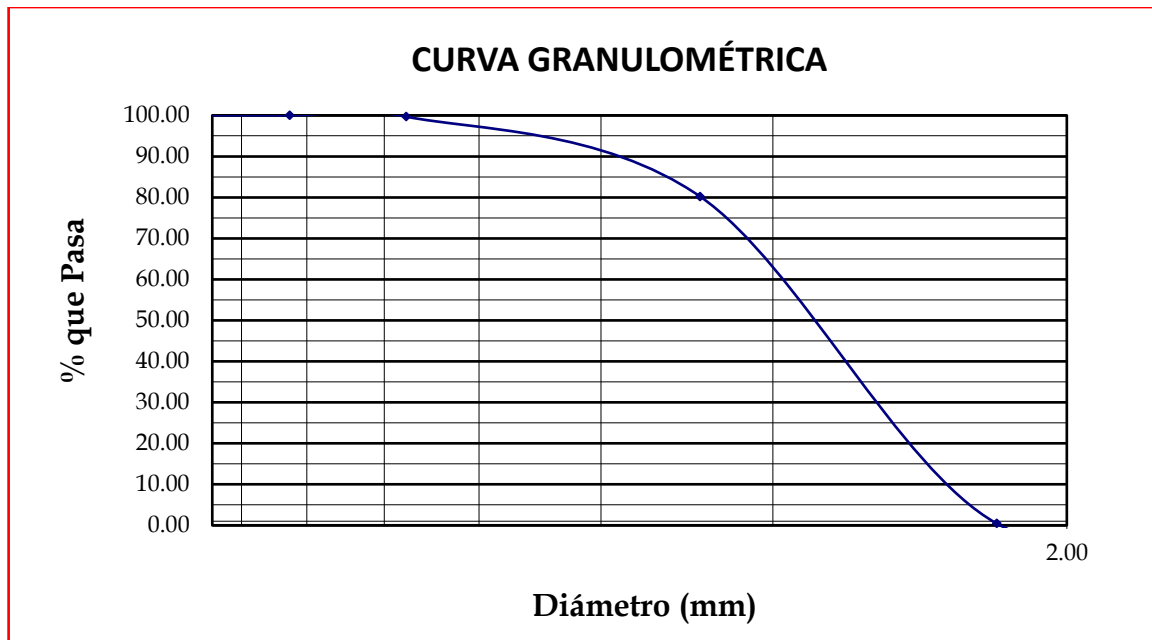
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DE TECNOLOGÍA DE CONCRETO DE LA UNS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136 / NTP 400.012)

Peso inicial seco (gr) **1300.00**

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	0.000	100.000
1"	25.400	0.000	0.000	0.000	100.000
3/4"	19.000	0.000	0.000	0.000	100.000
1/2"	12.500	0.000	0.000	0.000	100.000
3/8"	9.500	4.000	0.308	0.308	99.692
N° 04	4.750	253.000	19.462	19.769	80.231
N° 08	2.360	1009.000	77.615	5.970	0.459
N° 16	1.180	30.000	2.308	0.178	0.014
Cazoleta		4.000	0.308	20.077	79.923
TOTAL		1300.000	100.000		



7.1.5. Contenido de humedad del agregado grueso, agregado fino reciclado y confitillo reciclado (ASTM D-2216-80)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DE
TECNOLOGÍA DE CONCRETO DE LA UNS**



CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216-80)

MUESTRA : AGREGADO GRUESO RECICLADO

DESCRIPCIÓN	MUESTRAS			
	M1	M2	M3	
01	Peso de la tara (gr)	24.879	28.951	27.514
02	Peso tara + suelo húmedo (gr)	66.648	72.201	67.486
03	Peso tara + suelo seco (gr)	66.491	72.018	67.35
04	Peso del agua (gr)	0.157	0.183	0.136
05	Peso del suelo seco (gr)	41.612	43.067	39.836
06	Contenido de humedad (%)	0.38	0.42	0.34
PROMEDIO:		0.38		

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DE
 TECNOLOGÍA DE CONCRETO DE LA UNS**



CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216-80)

MUESTRA : AGREGADO FINO - RECICLADO

DESCRIPCIÓN	MUESTRAS		
	M1	M2	M3
01 Peso de la tara (gr)	24.978	28.095	27.751
02 Peso tara + suelo húmedo (gr)	70.648	72.035	67.491
03 Peso tara + suelo seco (gr)	70.158	71.960	67.361
04 Peso del agua (gr)	0.49	0.08	0.13
05 Peso del suelo seco (gr)	45.18	43.87	39.61
06 Contenido de humedad (%)	1.08	0.17	0.33
PROMEDIO:	0.53		

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DE
 TECNOLOGÍA DE CONCRETO DE LA UNS**



CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216-80)

MUESTRA : CONFITILLO

DESCRIPCIÓN	MUESTRAS		
	M1	M2	M3
01 Peso de la tara (gr)	24.456	24.124	26.321
02 Peso tara + suelo húmedo (gr)	69.148	69.135	61.491
03 Peso tara + suelo seco (gr)	69.118	69.055	61.361
04 Peso del agua (gr)	0.03	0.08	0.13
05 Peso del suelo seco (gr)	44.66	44.93	35.04
06 Contenido de humedad (%)	0.07	0.18	0.37
PROMEDIO:	0.21		

7.1.6. Contenido de humedad del agregado grueso y agregado fino (ASTM D-2216-80)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DE TECNOLOGÍA DE CONCRETO DE LA UNS

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216-80)

MUESTRA : AGREGADO GRUESO - RUBÉN



	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS		
		M1	M2	M3
01	Peso de la tara (gr)	24.978	28.095	27.751
02	Peso tara + suelo húmedo (gr)	66.648	72.035	67.491
03	Peso tara + suelo seco (gr)	66.558	71.895	67.361
04	Peso del agua (gr)	0.09	0.14	0.13
05	Peso del suelo seco (gr)	41.580	43.800	39.610
06	Contenido de humedad (%)	0.22	0.32	0.33
PROMEDIO		0.29		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DE TECNOLOGÍA DE CONCRETO DE LA UNS

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216-80)

MUESTRA : AGREGADO FINO - RUBÉN



	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS		
		M1	M2	M3
01	Peso de la tara (gr)	24.978	28.095	27.751
02	Peso tara + suelo húmedo (gr)	70.648	72.035	67.491
03	Peso tara + suelo seco (gr)	68.158	69.895	67.361
04	Peso del agua (gr)	2.49	2.14	0.13
05	Peso del suelo seco (gr)	43.18	41.80	39.61
06	Contenido de humedad (%)	5.77	5.12	0.33
PROMEDIO		3.74		

7.1.7. Peso específico y absorción de los agregados naturales (NORMA ASTM C-127-C-128 Y NTP 400.021-400.022)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DE
 TECNOLOGÍA DE CONCRETO DE LA UNS**

PESO ESPECIFICO - ABSORCIÓN (ASTM C128 / NTP 400.022)

MUESTRA		: AGREGADO FINO - RUBÉN
01	S = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	500.00
02	A = Peso de la muestra seca (gr)	496.00
03	B = Peso del picnómetro + agua (gr)	536.50
04	C = Peso del picnómetro + muestra saturada superficialmente seca + agua (gr)	839.00
05	Peso Específico Nominal	2.56
06	Absorción (%)	0.81

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE
 SUELOS Y DE TECNOLOGÍA DE
 CONCRETO DE LA UNS**

PESO ESPECIFICO - ABSORCIÓN (ASTM C127 / NTP 400.021)

MUESTRA		: AGREGADO GRUESO - RUBÉN
01	A = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	4.04
02	B = Peso de la muestra seca (gr)	4.03
03	C = Peso de la muestra sumergida (gr)	2.59
04	Peso Específico Nominal	2.80
05	Absorción (%)	0.30

7.1.8. Peso específico y absorción de los agregados reciclados (NORMA ASTM C-127-C-128 Y NTP 400.021-400.022)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DE
 TECNOLOGÍA DE CONCRETO DE LA UNS
 PESO ESPECIFICO – ABSORCIÓN (ASTM C127 / NTP
 400.021)**



MUESTRA : AGREGADO GRUESO RECICLADO

1	A = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	420.00
2	B = Peso de la muestra seca (gr)	403.00
3	C = Peso de la muestra sumergida (gr)	234.00
4	Peso Específico Nominal	2.38
5	Absorción (%)	4.22

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y
 DE TECNOLOGÍA DE CONCRETO DE LA UNS**



PESO ESPECIFICO - ABSORCIÓN (ASTM C127 / NTP 400.021)

**MUESTRA : AGREGADO FINO
 RECICLADO**

01	S = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	500.00
02	A = Peso de la muestra seca (gr)	472.00
03	B = Peso del picnómetro + agua (gr)	569.00
04	C = Peso del picnómetro + muestra saturada superficialmente seca + agua (gr)	839.00
05	Peso Específico Nominal	2.34
06	Absorción (%)	5.93

7.1.9. Peso unitario suelto del agregado fino natural y reciclado (NORMA ASTM C-29 Y NTP 400.017)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DE TECNOLOGÍA DE CONCRETO DE LA UNS



PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C-29 / NTP 400.017)

MUESTRA		: AGREGADO FINO - RUBÉN			
	DESCRIPCIÓN	M 1	M 12	M 3	PROMEDIO
1	Peso del molde (gr)	3575.00	3575.00	3575.00	
2	Volumen del molde (cm ³)	8916.60	8916.60	8916.60	
3	Peso del molde + muestra suelta (gr)	18380.00	18240.00	18559.00	
4	Peso de la muestra suelta (gr)	14805.00	14665.00	14984.00	
5	Peso Unitario Suelto (Kg/m³)	1660.39	1644.69	1680.46	1661.84

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DE TECNOLOGÍA DE CONCRETO DE LA UNS



PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C-29 / NTP 400.017)

MUESTRA		: AGREGADO FINO RECICLADO			
	DESCRIPCIÓN	M 1	M 12	M 3	PROMEDIO
1	Peso del molde (gr)	3590.00	3590.00	3590.00	
2	Volumen del molde (cm ³)	8916.60	8916.60	8916.60	
3	Peso del molde + muestra suelta (gr)	17210.00	17210.00	17210.00	
4	Peso de la muestra suelta (gr)	13620.00	13530.00	13620.00	
5	Peso Unitario Suelto (Kg/m³)	1527.49	1517.39	1527.49	1524.12

7.1.10. Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso natural y reciclado (NORMA ASTM C-29 Y NTP 400.017)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DE
TECNOLOGÍA DE CONCRETO DE LA UNS



PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C-29 / NTP 400.017)

MUESTRA		: AGREGADO GRUESO RECICLADO			
DESCRIPCIÓN		M 1	M 12	M 3	
01	Peso del molde (gr)	3075.00	3075.00	3075.00	
02	Volumen del molde (cm ³)	9009.00	9009.00	9009.00	PROMEDIO
03	Peso del molde + muestra compactada (gr)	15040.00	14986.00	14615.00	
04	Peso de la muestra compactada (gr)	11965.00	11911.00	11540.00	
05	Peso Unitario Compactado (Kg/m³)	1328.12	1322.12	1280.94	1310.39

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DE TECNOLOGÍA
DE CONCRETO DE LA UNS



PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C-29 / NTP 400.017)

MUESTRA		: AGREGADO GRUESO RECICLADO			
DESCRIPCIÓN		M 1	M 12	M 3	
01	Peso del molde (gr)	3075.00	3075.00	3075.00	
02	Volumen del molde (cm ³)	9009.00	9009.00	9009.00	PROMEDIO
03	Peso del molde + muestra compactada (gr)	16165.00	15968.00	16351.00	
04	Peso de la muestra compactada (gr)	13090.00	12893.00	13276.00	
05	Peso Unitario Compactado (Kg/m³)	1452.99	1431.12	1473.64	1452.58

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DE
 TECNOLOGÍA DE CONCRETO DE LA UNS**

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C-29 / NTP 400.017)

MUESTRA
: AGREGADO GRUESO - LA SORPRESA

DESCRIPCIÓN	M 1	M 12	M 3	
01 Peso del molde (gr)	3575.00	3575.00	3575.00	
02 Volumen del molde (cm3)	8916.60	8916.60	8916.60	PROMEDIO
03 Peso del molde + muestra compactada (gr)	18080.00	18250.00	17990.00	
04 Peso de la muestra compactada (gr)	14505.00	14675.00	14415.00	
05 Peso Unitario Compactado (Kg/m3)	1626.74	1645.81	1616.65	1629.73

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DE
 TECNOLOGÍA DE CONCRETO DE LA UNS**

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C-29 / NTP 400.017)

MUESTRA
: AGREGADO GRUESO - LA SORPRESA

DESCRIPCIÓN	M 1	M 12	M 3	
01 Peso del molde (gr)	3575.00	3575.00	3575.00	
02 Volumen del molde (cm3)	8916.60	8916.60	8916.60	PROMEDIO
03 Peso del molde + muestra compactada (gr)	19310.00	19780.00	19000.00	
04 Peso de la muestra compactada (gr)	15735.00	16205.00	15425.00	
05 Peso Unitario Compactado (Kg/m3)	1764.69	1817.40	1729.92	1770.67

7.2. Anexo 02 - Diseño de mezcla

- Diseño de Mezcla de la Muestra Patrón

Resistencia A La Compresión Especificada (F' C)	210 kg/cm²
----------------------------------------------------------	------------------------------

1. Desviación estándar:	84 kg/cm²
2. Resistencia Promedio Requerida F'cr:	294 kg/cm²
3. Peso específico del cemento:	3.11 gr/cm³
4. Ingresar Slump:	3" a 4"
5. Tamaño máximo del agregado:	3/4"
6. Peso específico del agua:	1000 kg/m³

Características Físicas Del Agregado Fino

1. Peso Específico:	2.56 gr/cm³
2. Módulo de Fineza:	2.9
3. Porcentaje de Absorción:	0.81%
4. Contenido de Humedad:	3.74%

Características Físicas Del Agregado Grueso

1. Peso Específico:	2.8 gr/cm³
2. Peso Volumétrico Suelto:	1629.73 kg/m³
3. Peso Volumétrico Compactado Seco:	1770.67 kg/m³
4. Porcentaje de Absorción:	0.30%
5. Contenido de Humedad:	0.29%

Selección Del Contenido De Agua Y Porcentaje Según Tabla

1. Peso del agua de amasado (Ref. Tabla 1)	205 kg
2. Volumen del agua	0.205 m³
3. Porcentaje de aire atrapado (Ref. Tabla 1)	2.00%

Selección De La Relación Agua /Cemento Según Tabla

1. Relación Agua/Cemento (Ref. Tabla 2, interpolación lineal)	Rango F'c	Rango A/C
	250 kg/cm²	0.62
	294 kg/cm²	0.56
	300 kg/cm²	0.55

Contenido De Cemento

1. Peso del cemento	367.120 kg
2. Volumen del cemento	0.118 m³

Selección Del Agregado Grueso

1. Volumen del agregado grueso compactado en seco	Mod. Fineza	Rango Agregado.
	2.8	0.62 m3
(Ref. Tabla 3, interpolación lineal)	2.86	0.612 m3
	3	0.60 m3
2. Volumen del agregado grueso		0.387 m3
3. Peso del agregado grueso		1083.65 kg/m3

Volúmenes Absolutos

Componente	Volumen Absoluto	Peso Especifico	Peso	Proporción (en peso)
1. Cemento	0.118 m3	3110 kg/m3	367.12 kg	1
2. Arena (seca)	0.270 m3	2563 kg/m3	691.88 kg	1.88
3. Piedra (seca)	0.387 m3	2800 kg/m3	1083.65 kg	2.95
4. Agua	0.205 m3	1000 kg/m3	205.00 kg	23.73 Lt/saco
5. Aire	0.020 m3			
TOTAL	1.000 m3		2347.65 kg	

Corrección Por Humedad

Componente	Peso Absoluto	Corrección por Humedad	Peso Corregido
1. Peso arena húmeda	691.88 kg	1.0374	717.15 kg
2. Peso piedra húmeda	1083.65 kg	1.0029	1086.77 kg

APORTE DE AGUA

Elemento	Humedad	Absorción	Humedad Superficial	Contribución de agua
1. Arena	3.74%	0.81%	2.93%	20.29 kg
2. Piedra	0.29%	0.30%	-0.01%	-0.11 kg

Proporción Final Corregido Por Humedad Y Absorción

Componente	Peso Absoluto	Corrección	Peso Corregido	Proporción (en peso)
1. Cemento	367.12 kg		367.12 kg	1
2. Arena	691.88 kg	1.0374	717.75 kg	1.96
3. Piedra	1083.65 kg	1.0029	1086.77 kg	2.96
4. Agua	205.00 kg	20.18 kg	184.82 kg	21.40 Lt/saco

- Diseño de Mezcla de la Muestra con 40% de agregado grueso reciclado.

Resistencia A La Compresión Especificada (F'c)	210 kg/cm²
1. Desviación estándar:	84 kg/cm²
2. Resistencia Promedio Requerida F'cr:	294 kg/cm²
3. Peso específico del cemento:	3.11 gr/cm³
4. Ingresar Slump:	3" a 4"
5. Tamaño máximo del agregado:	3/4"
6. Peso específico del agua:	1000 kg/m³
Características Físicas Del Agregado Fino	
1. Peso Específico:	2.56 gr/cm³
2. Módulo de Fineza:	2.9
3. Porcentaje de Absorción:	0.81%
4. Contenido de Humedad:	3.74%
Características Físicas Del Agregado Grueso	
1. Peso Específico:	2.8 gr/cm³
2. Peso Volumétrico Suelto:	1629.73 kg/m³
3. Peso Volumétrico Compactado Seco:	1770.67 kg/m³
4. Porcentaje de Absorción:	0.30%
5. Contenido de Humedad:	0.29%
Características Físicas Del Agregado Grueso Reciclada	
1. Peso Específico:	2.4gr/cm³
2. Peso Volumétrico Suelto:	1310.39 kg/m³
3. Peso Volumétrico Compactado Seco:	1452.58 kg/m³
4. Porcentaje de Absorción:	4.20%
5. Contenido de Humedad:	0.38%
Características Físicas Del Agregado Grueso Resultante	
1. Peso Específico:	2.6gr/m³
2. Peso Volumétrico Suelto:	1446.2 kg/m³
3. Peso Volumétrico Compactado Seco:	1600.14 kg/m³
4. Porcentaje de Absorción:	1.98%
5. Contenido de Humedad:	0.44%
Selección Del Contenido De Agua Y Porcentaje Según Tabla	
1. Peso del agua de amasado (Ref. Tabla 1)	205 kg
2. 2. Volumen del agua	0.205 m³
3. Porcentaje de aire atrapado (Ref. Tabla 1)	2.00%

Volúmenes Absolutos

Componente	Volumen	Peso	Peso	Proporción
	Absoluto	Específico		(en peso)
1. Cemento	0.118 m ³	3110 kg/m ³	367.12 kg	1
2. Arena (seca)	0.283 m ³	2563 kg/m ³	725.13 kg	1.98
3. Piedra (seca)	0.374 m ³	2618 kg/m ³	979.29 kg	2.67
4. Agua	0.205 m ³	1000 kg/m ³	205.00 kg	23.73 Lt/saco
5. Aire	0.020 m ³			
TOTAL	1.000 m³		2276.53 kg	

Corrección Por Humedad

Componente	Peso	Corrección	Peso
	Absoluto	por Humedad	Corregido
1. Peso arena húmeda	725.13 kg	1.0374	752.23 kg
2. Peso piedra húmeda	979.29 kg	1.0044	983.60 kg

Aporte De Agua

Elemento	Humedad	Absorción	Humedad Superficial	Contribución de agua
1. Arena	3.74%	0.81%	2.93%	21.26 kg
2. Piedra	0.44%	1.99%	-1.56%	-15.13 kg

Proporción Final Corregido Por Humedad Y Absorción

Componente	Peso	Corrección	Peso	Proporción (en peso)
	Absoluto		Corregido	
1. Cemento	367.12 kg		367.12 kg	1
2. Arena	725.13 kg	1.0374	752.23 kg	2.05
3. Piedra	979.29 kg	1.0044	983.60 kg	2.68
4. Agua	205.00 kg	6.13 kg	198.87 kg	23.02 Lt/saco

- Diseño de Mezcla de la Muestra con 50% de agregado grueso reciclado.

Resistencia A La Compresión Especificada (F'c)	210 kg/cm²	
1. Desviación estándar:	84 kg/cm²	
2. Resistencia Promedio Requerida F'cr:	294 kg/cm²	
3. Peso específico del cemento:	3.11 gr/cm³	
4. Ingresar Slump:	3" a 4"	
5. Tamaño máximo del agregado:	3/4"	
6. Peso específico del agua:	1000 kg/m³	
Características Físicas Del Agregado Fino		
1. Peso Específico:	2.56 gr/cm³	
2. Módulo de Fineza:	2.9	
3. Porcentaje de Absorción:	0.81%	
4. Contenido de Humedad:	3.74%	
Características Físicas Del Agregado Grueso		
1. Peso Específico:	2.8 gr/cm³	
2. Peso Volumétrico Suelto:	1629.73 kg/m³	
3. Peso Volumétrico Compactado Seco:	1770.67 kg/m³	
4. Porcentaje de Absorción:	0.30%	
5. Contenido de Humedad:	0.29%	
Características Físicas Del Agregado Grueso Reciclada		
1. Peso Específico:	2.4gr/cm³	
2. Peso Volumétrico Suelto:	1310.39 kg/m³	
3. Peso Volumétrico Compactado Seco:	1452.58 kg/m³	
4. Porcentaje de Absorción:	4.20%	
5. Contenido de Humedad:	0.38%	
Características Físicas Del Agregado Grueso Resultante		
1. Peso Específico:	2.7gr/m³	
2. Peso Volumétrico Suelto:	1491.5 kg/m³	
3. Peso Volumétrico Compactado Seco:	1649.3 kg/m³	
4. Porcentaje de Absorción:	3.10%	
5. Contenido de Humedad:	0.48%	
Selección Del Contenido De Agua Y Porcentaje Según Tabla		
Peso del agua de amasado (Ref. Tabla 1)	205 kg	
Volumen del agua	0.205 m³	
Porcentaje de aire atrapado (Ref. Tabla 1)	2.00%	
Selección De La Relación Agua /Cemento Según Tabla		
Relación Agua/Cemento	Rango F'c	Rango A/C
	250 kg/cm²	0.62
(Ref. Tabla 2, interpolación lineal)	294 kg/cm²	0.56
	300 kg/cm²	0.55

Contenido De Cemento

1. Peso del cemento	367.120 kg
2. Volumen del cemento	0.118 m3

Selección Del Agregado Grueso

Volumen del agregado grueso compactado en seco	Mod. Fineza	Rango Agregado.
(Ref. Tabla 3, interpolación lineal)	2.8	0.62 m3
	2.86	0.612 m3
	3	0.60 m3
Volumen del agregado grueso		0.374 m3
Peso del agregado grueso		1009.39kg/m3

Volúmenes Absolutos

Componente	Volumen Absoluto	Peso Especifico	Peso	Proporción (en peso)
1. Cemento	0.118 m3	3110 kg/m3	367.12 kg	1
2. Arena (seca)	0.283 m3	2563 kg/m3	724.17 kg	1.97
3. Piedra (seca)	0.374 m3	2618 kg/m3	1009.39 kg	2.75
4. Agua	0.205 m3	1000 kg/m3	205.00 kg	23.73 Lt/saco
5. Aire	0.020 m3			
TOTAL	1.000 m3		2305.68 kg	

Corrección Por Humedad

Componente	Peso Absoluto	Corrección por Humedad	Peso Corregido
1. Peso arena húmeda	724.17 kg	1.0374	751.24 kg
2. Peso piedra húmeda	1009.39 kg	1.0048	1014.22 kg

Aporte De Agua

Elemento	Humedad	Absorción	Humedad Superficial	Contribución de agua
1. Arena	3.74%	0.81%	2.93%	21.26 kg
2. Piedra	0.48%	3.10%	-2.62%	-26.46 kg

Proporción Final Corregido Por Humedad Y Absorción

Componente	Peso Absoluto	Corrección	Peso Corregido	Proporción (en peso)
1. Cemento	367.12 kg		367.12 kg	1
2. Arena	724.17 kg	1.0374	752.23 kg	2.05
3. Piedra	1009.39 kg	1.0044	1014.22 kg	2.76
4. Agua	205.00 kg	-5.23 kg	210.23 kg	24.34 Lt/saco

7.3. Anexo 03 - Panel Fotográfico

	
<p>FOTOGRAFÍA N° 01</p>	<p>Se realizaron calicatas para la recolección de residuos de construcción en el botadero ubicado a lo largo de la Panamericana Norte Auxiliar del km 424 al km 1+ 424.</p>

	
<p>FOTOGRAFÍA N° 02</p>	<p>Se realizaron calicatas para la recolección de residuos de construcción en el botadero ubicado a lo largo de la Panamericana Norte Auxiliar del km 424 al km 1+ 424.</p>



FOTOGRAFÍA N° 03

Clasificación de los materiales, se seleccionó residuos de construcción proveniente de elementos de concreto.



FOTOGRAFÍA N° 04

Extracción del agregado fino natural de la cantera “Rubén”.



FOTOGRAFÍA N° 05

Extracción del agregado grueso natural de la cantera “Rubén”.



FOTOGRAFÍA N° 06

Cuarteo del agregado fino natural.



FOTOGRAFÍA N° 07

Cuarteo del agregado grueso natural.



FOTOGRAFÍA N° 08

Ensayo de Peso Unitario Varillado del agregado fino reciclado.



FOTOGRAFÍA N° 09

Ensayo de Peso Unitario del agregado fino reciclado.



FOTOGRAFÍA N° 10

Ensayo de Absorción del agregado fino.



FOTOGRAFÍA N° 11

Análisis Granulométrico del agregado fino.



FOTOGRAFÍA N° 12

Cuarteo del agregado grueso reciclado.



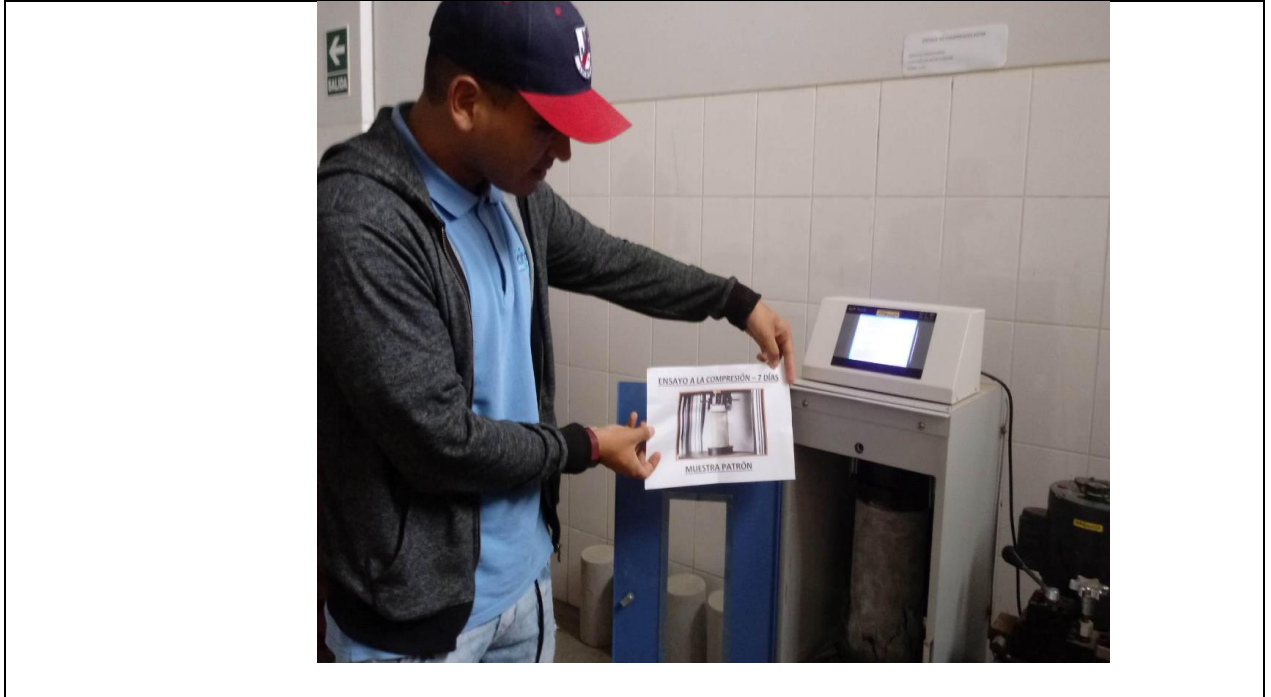
FOTOGRAFÍA N° 13

Elaboración de concreto de $F_c : 210 \text{ kg/cm}^2$ con residuos de construcción



FOTOGRAFÍA N° 14

Ensayo de Asentamiento de Concreto con residuos de construcción. .



FOTOGRAFÍA N° 15 Ensayo de Resistencia a la Compresión de la muestra Patrón a los 7 días



FOTOGRAFÍA N° 16 Elaboración de ladrillos con agregados reciclados - Dosificación 1:5:2



FOTOGRAFÍA N° 17 Elaboración de ladrillos con agregados reciclados - Dosificación 1:3:2



FOTOGRAFÍA N° 18 Elaboración de ladrillos con agregados reciclados - Dosificación 1:4:2



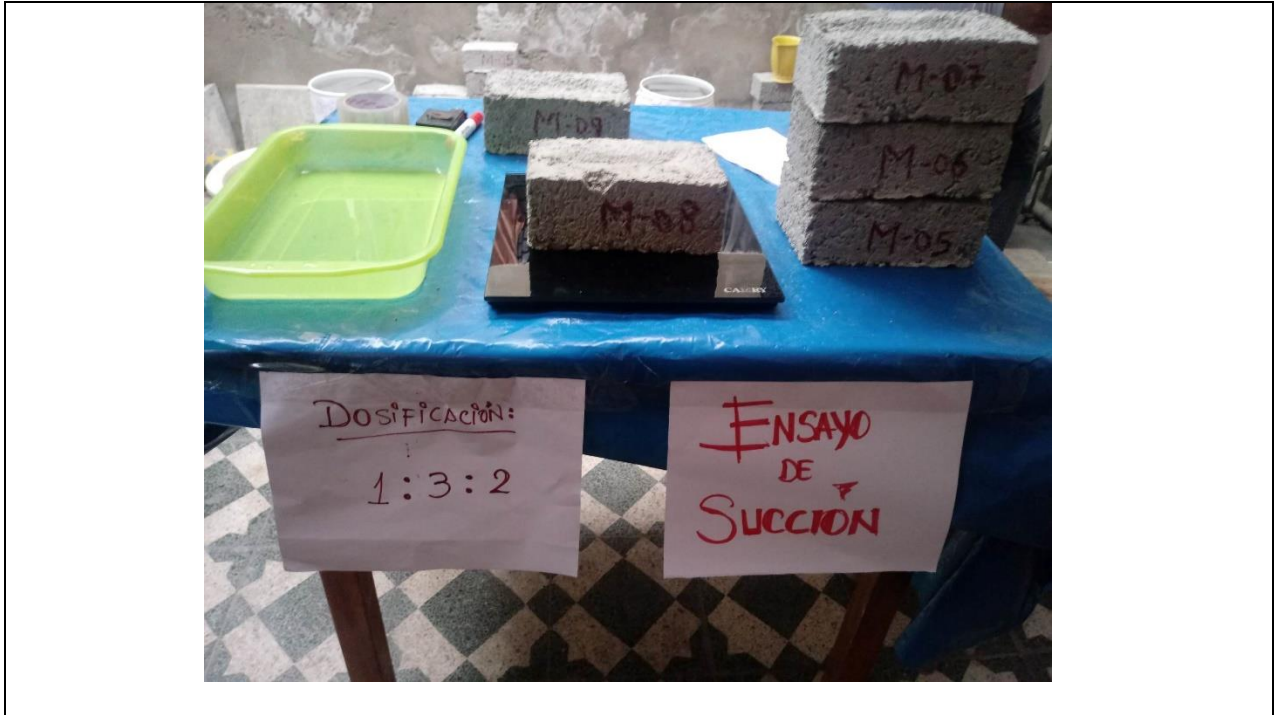
FOTOGRAFÍA N° 19

Curado de ladrillos con agregados reciclados.



FOTOGRAFÍA N° 20

Ensayo de Alabeo de los Ladrillos con agregados reciclados.



FOTOGRAFÍA N° 21	Ensayo de Succión de los Ladrillos con material reciclado.
------------------	------------------------------------------------------------



FOTOGRAFÍA N° 22	Ensayo de Absorción de los Ladrillos con material reciclado.
------------------	--------------------------------------------------------------



FOTOGRAFÍA N° 23

Ensayo de Resistencia a la Compresión de los Ladrillos con material reciclado.



FOTOGRAFÍA N° 24

Ensayo de Desgaste de los ángeles del material reciclado.



FOTOGRAFÍA N° 25

Ensayo para determinar el límite líquido del material reciclado.



FOTOGRAFÍA N° 26

Análisis Granulométrico del material de relleno “Puente Chuquicara”



FOTOGRAFÍA N° 27

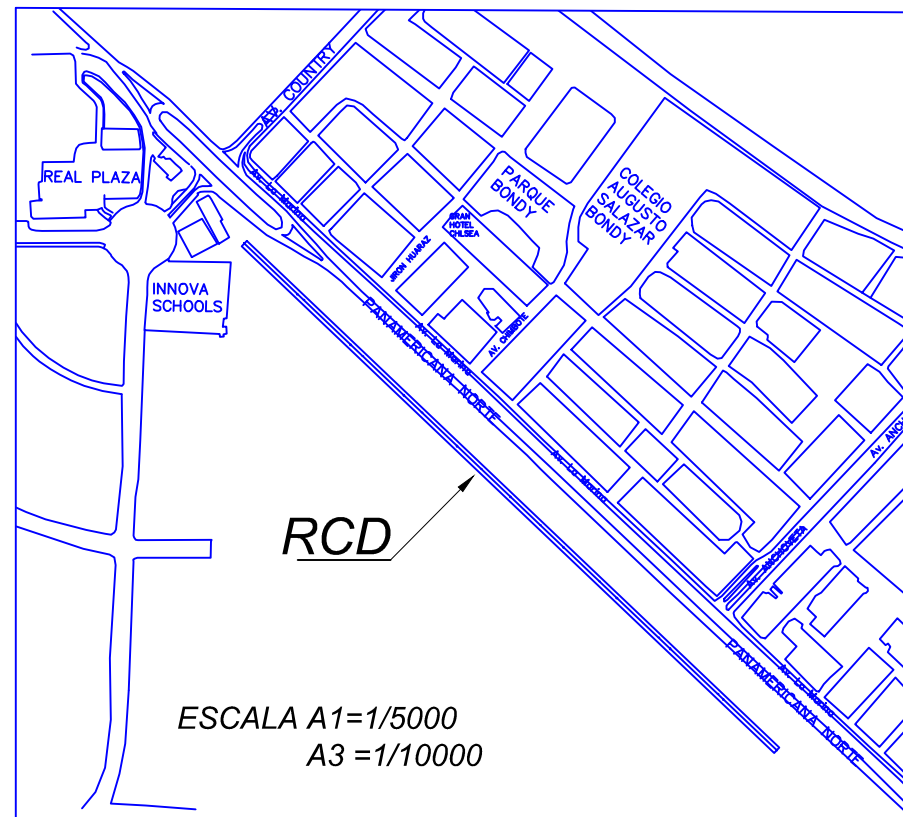
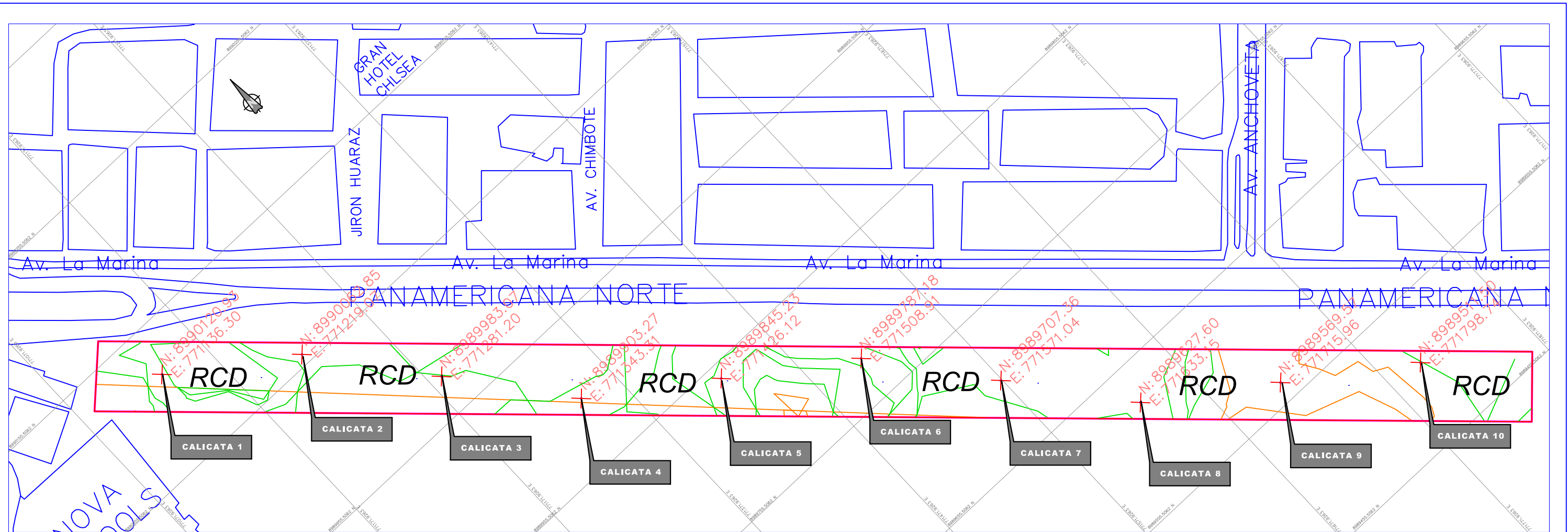
Muestra del material de relleno reciclado.



FOTOGRAFÍA N° 28

Muestra del material de relleno reciclado combinado con el material de relleno “Puente Chuquicara”.

7.4. Levantamiento Topográfico



ESCALA A1=1/5000
A3 =1/10000

PLANTA
ESCALA A1=1/1000
A3 =1/2750

CORTE/RELLENO

Name	Cut Factor	Fill Factor	2d Area	CORTE	RELLENO	Neto
VOLUMEN DE RCD	1.000	1.000	51337.65sq.m	67541.67 Cu. M.	1482.75 Cu. M.	66058.92 Cu. M.<Cut>
Totals			51337.65sq.m	67541.67 Cu. M.	1482.75 Cu. M.	66058.92 Cu. M.<Cut>

DEPARTAMENTO : ANCASH
 PROVINCIA : SANTA
 DISTRITO : NUEVO CHIMBOTE
 INICIO. : KM-424
 FIN : 1+424
 UBICACION : PANAMERICANA NORTE
 Area total = :51337.65 m2

TESISTAS: khenggie bryan, QUESQUEN CARRERA jose luis david, ALVA CALDERON		
PLANO: UBICACION	TESIS: "UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIAL ALTERNATIVO EN EDIFICACIONES DE VIVIENDAS SOSTENIBLES EN NUEVO CHIMBOTE"	
UBICACION: Panamericana Norte Auxiliar del km 424 al km 1+ 424, PERU - ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBNOTE		PROPIETARIOS: U - 01
ESCALA: SEÑALADA	FECHA: DICIEMBRE 2020	DIBUJO: TESISTAS



DECLARACION JURADA DE AUTORIA

Yo, QUESQUEN CARRERA KHENGGIE BRYAN

Estudiantes de la escuela profesional de ingeniería civil de la

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	x
Departamento Académico	De Ingeniería					
Escuela de Posgrado	Maestría:			Doctorado		

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación intitulado:

UTILIZACION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION COMO MATERIAL ALTERNATIVO EN EDIFICACIONES DE VIVIENDAS SOSTENIBLES EN NUEVO CHIMBOTE

Presentado enfolios, para la obtención de grado académico

Título profesional	(X)	Investigación anual	()
--------------------	-------	---------------------	-----

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser reevaluado electrónicamente para la detección de plagio por VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote, 16 de DICIEMBRE de 2020

Firma:

Nombres y Apellidos: **KHENGGIE BRYAN QUESQUEN CARRERA**

DNI : 72877545



DECLARACION JURADA DE AUTORIA

Yo, JOSE LUIS DAVID ALVA CALDERON

Estudiantes de la escuela profesional de ingeniería civil de la

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	x
Departamento Académico	De Ingeniería					
Escuela de Posgrado	Maestría:			Doctorado		

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación intitulado:

UTILIZACION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION COMO MATERIAL ALTERNATIVO EN EDIFICACIONES DE VIVIENDAS SOSTENIBLES EN NUEVO CHIMBOTE

Presentado enfolios, para la obtención de grado académico

Título profesional	(X)	Investigación anual	()
--------------------	-------	---------------------	-----

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser reevisado electrónicamente para la detección de plagio por VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote, 16 de DICIEMBRE de 2020

Firma:

Nombres y Apellidos: JOSE LUIS DAVID ALVA CALDERON

DNI : 70180829