

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TÍTULO DE TESIS: “ELABORACIÓN DE UN DISEÑO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS – NUEVO CHIMBOTE”**

*TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL*

**PRESENTADO POR:**

Bach. MEJIA ROJAS BRIGHT ANGÉLICA DEL ROSARIO

Bach. SALAZAR SALDAÑA JOSEP BRYAN

**ASESOR :**

Ms. JULIO CÉSAR RIVASPLATA DÍAZ

*Ancash – Santa - Nuevo Chimbote*

**PERU - 2020**

**INFORME DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

1. APELLIDOS Y NOMBRES:	Mejía Rojas Bright Angélica del Rosario Salazar Saldaña Josep Bryan
2. TÍTULO DE TESIS:	Elaboración de un diseño de unidad de albañilería lego para la construcción de viviendas económicas - Nuevo Chimbote
3. EVALUACIÓN DEL CONTENIDO:	El presente Informe Final de Tesis, elaborará un diseño de unidad de albañilería lego, se ensayará de acuerdo a las normas de ladrillos para ver su comportamiento y analizará costos, con la finalidad de utilizarlos para la construcción de viviendas económicas en Nuevo Chimbote.
4. OBSERVACIONES:	
5. CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN:	
	Fecha: Nuevo Chimbote, 05 de julio de 2020
	 _____ Ing. JULIO CÉSAR RIVASPLATA DÍAZ Asesor

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“ELABORACIÓN DE UN DISEÑO DE UNIDAD DE  
ALBAÑILERÍA LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN  
DE VIVIENDAS ECONÓMICAS – NUEVO  
CHIMBOTE”**

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

REVISADO POR:

Julio César Rivasplata Díaz

**Ms. Julio César Rivasplata Díaz**

**ASESOR**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“ELABORACIÓN DE UN DISEÑO DE UNIDAD DE  
ALBAÑILERÍA LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN  
DE VIVIENDAS ECONÓMICAS – NUEVO  
CHIMBOTE”**

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

JURADO EVALUADOR DE TESIS:

---

**Ms. Abner Itamar León Bobadilla**  
PRESIDENTE

---

**Ms. Luz Esther Álvarez Asto**  
SECRETARIA

---

**Ms. Julio César Rivasplata Díaz**  
INTEGRANTE

**ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS**

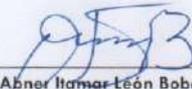
A los 23 días del mes de setiembre del año dos mil veinte, siendo las diez horas de la mañana, cumpliendo el con la Resolución N° 306-2020-CU-R-UNS (12.06.120) y la Directiva 003-2020-UNSVRAC, sobre la "ADECUACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBTENCIÓN DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES POR PARTE 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° 096-2020-UNS-CFI, integrado por los docentes Ms. Abner Itamar León Bobadilla (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretaria), Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz (Integrante) y la Mg. Jenisse del Rocio Fernández Mantilla (Accesitaria) y en base a la Resolución Decanal N° 234-2020-UNS-FI, se da inicio a la sustentación de la Tesis titulada: "ELABORACIÓN DE UN DISEÑO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS-NUEVO CHIMBOTE" presentado por los Bachilleres MEJÍA ROJAS BRIGHT ANGÉLICA DEL ROSARIO, con código de matrícula N° 0201213044 y SALAZAR SALDAÑA JOSEP BRYAN, con código de matrícula N° 0201213026 quien fue asesorada por el Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 238-2018-UNS-FI.

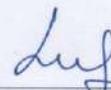
El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionadas con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa,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

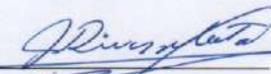
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
MEJÍA ROJAS BRIGHT ANGÉLICA DEL ROSARIO	16	BUENO

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

Nuevo Chimbote, 23 de enero de 2020.

  
Ms. Abner Itamar León Bobadilla  
Presidente

  
Ms. Luz Esther Álvarez Asto  
Secretario

  
Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz  
Integrante

**ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS**

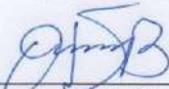
A los 23 días del mes de setiembre del año dos mil veinte, siendo las diez horas de la mañana, cumpliendo el con la Resolución N° 306-2020-CU-R-UNS (12.06.120) y la Directiva 003-2020-UNSVRAC, sobre la "ADECUACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBTENCIÓN DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES POR PARTE 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° 096-2020-UNS-CFI, integrado por los docentes Ms. Abner Itamar León Bobadilla (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretario), Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz (Integrante) y la Mg. Jenisse del Rocio Fernández Mantilla (Accesitario) y en base a la Resolución Decanal N° 234-2020-UNS-FI, se da inicio a la sustentación de la Tesis titulada: "ELABORACIÓN DE UN DISEÑO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS-NUEVO CHIMBOTE" presentado por los Bachilleres MEJÍA ROJAS BRIGHT ANGÉLICA DEL ROSARIO, con código de matrícula N° 0201213044 y SALAZAR SALDAÑA JOSEP BRYAN, con código de matrícula N° 0201213026 quien fue asesorada por el Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 238-2018-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:

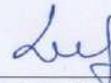
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
SALAZAR SALDAÑA JOSEP BRYAN	16	BUENO

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

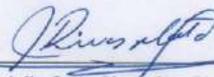
Nuevo Chimbote, 23 de enero de 2020.



Ms. Abner Itamar León Bobadilla  
Presidente



Ms. Luz Esther Álvarez Asto  
Secretario



Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz  
Integrante

## **DEDICATORIA**

Dedicamos el presente proyecto de investigación a nuestros padres por el apoyo incondicional que nos brindan en todos los momentos de nuestras vidas, ya que gracias a ellos hemos logrado cumplir todas las metas que nos hemos propuesto, tanto en el campo de formación profesional como en lo personal.

Brigit Mejía y Josep Salazar

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestros agradecimientos en una forma muy especial a Dios por darnos el privilegio de despertar cada día; a nuestros docentes por habernos brindado conocimientos necesarios en nuestros estudios superiores y por el apoyo académico brindado, en especial a nuestro asesor Ing. Julio César Rivasplata Díaz por la orientación brindada durante la realización de nuestro proyecto de investigación y a la Ing. Luz Álvarez Asto por la supervisión continua.

Asimismo, a nuestra “Alma Mater” - Universidad Nacional del Santa por acogernos en sus aulas.

Brigit Mejía y Josep Salazar

# Índice general

Resumen .....	xiii
Abstract .....	xiv
CAPÍTULO I : INTRODUCCIÓN	
1. Introducción .....	16
1.1 Antecedentes del problema .....	16
1.2 Formulación del problema .....	17
1.2.1 Problema general .....	17
1.2.2 Problemas específicos .....	17
1.3 Objetivos .....	17
1.3.1 Objetivo general .....	17
1.3.2 Objetivos específicos .....	17
1.4 Justificación .....	18
1.5 Limitaciones de trabajo .....	18
1.6 Hipótesis de la investigación .....	18
CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO	
2. Marco teórico .....	20
2.1 Antecedentes de la investigación .....	20
2.1.1 Antecedentes internacionales .....	20
2.1.2 Antecedentes nacionales .....	22
2.2 Base teórica .....	24
2.2.1 Unidad de albañilería .....	24
2.2.2 Clasificación .....	24
2.2.2.1 Respecto a su área .....	24
2.2.2.2 Manufactura .....	26
2.2.2.3 Materia prima .....	27
2.2.3 Pruebas clasificatorias .....	30
2.2.4 Pruebas no clasificatorias .....	33
2.2.5 Ensayo de murete .....	37
2.3 Procesos constructivos .....	37
2.4 Definición de términos .....	38
2.5 Marco normativo .....	39

### CAPÍTULO III : MATERIALES Y MÉTODOS

3. Materiales y métodos .....	42
3.1 Tipo de investigación .....	42
3.2 Nivel de investigación .....	42
3.3 Unidad de análisis .....	42
3.4 Ubicación .....	43
3.5 Población y muestra .....	43
3.6 Variables .....	43
3.6.1 Variable independiente .....	43
3.6.2 Variable dependiente .....	43
3.6.3 Matriz de consistencia .....	44
3.6.4 Operacionalización de variables .....	45
3.7 Instrumentos .....	47
3.8 Procedimiento .....	48

### CAPÍTULO IV : RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. Resultados y discusión .....	54
4.1. Análisis e interpretación de resultados .....	54
4.1.1 Ensayos de agregados .....	54
4.1.2 Ensayos de unidad de albañilería .....	70
4.1.3 Ensayos de pilas .....	82
4.1.4 Ensayos de muretes .....	83
4.2 Discusión .....	84

### CAPÍTULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. Conclusiones y recomendaciones .....	89
5.1 Conclusiones .....	89
5.2 Recomendaciones .....	91

### CAPÍTULO VI : REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6. Referencias bibliográficas .....	93
-------------------------------------	----

### CAPÍTULO VII : ANEXOS

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b>	Clasificación de tipos de resistencia .....	27
<b>Tabla 2.</b>	Clasificación por resistencia a ladrillos de concreto .....	29
<b>Tabla 3.</b>	Matriz de consistencia .....	44
<b>Tabla 4.</b>	Operacionalización de variable independiente .....	45
<b>Tabla 5.</b>	Operacionalización de variable dependiente .....	46
<b>Tabla 6.</b>	Cantidad de material necesario para el diseño propuesto, dosificación 1:5:3 .....	50
<b>Tabla 7.</b>	Cantidad de material necesario para el diseño propuesto, dosificación 1:6:4 .....	51
<b>Tabla 8.</b>	Cantidad de material necesario para el diseño propuesto, dosificación 1:8:4 .....	51
<b>Tabla 9.</b>	Cantidad de material necesario para el diseño propuesto, dosificación 1:8:6 .....	51
<b>Tabla 10.</b>	Cantidad de material necesario para el diseño propuesto, dosificación 1:9:7 .....	52
<b>Tabla 11.</b>	Ensayo granulométrico de arena gruesa muestra 1 .....	54
<b>Tabla 12.</b>	Ensayo granulométrico de arena gruesa muestra 2 .....	55
<b>Tabla 13.</b>	Ensayo granulométrico de arena gruesa muestra 3 .....	56
<b>Tabla 14.</b>	Ensayo granulométrico de confitillo muestra 1 .....	58
<b>Tabla 15.</b>	Ensayo granulométrico de confitillo muestra 2 .....	59
<b>Tabla 16.</b>	Ensayo granulométrico de confitillo muestra 3 .....	60
<b>Tabla 17.</b>	Ensayo contenido de humedad de arena gruesa .....	65
<b>Tabla 18.</b>	Ensayo contenido de humedad de confitillo .....	66
<b>Tabla 19.</b>	Ensayo contenido de absorción de agregado fino .....	67
<b>Tabla 20.</b>	Ensayo contenido de absorción de confitillo .....	68
<b>Tabla 21.</b>	Ensayo de variación dimensional del cuerpo de ladrillo tipo lego.	71
<b>Tabla 22.</b>	Ensayo de variación dimensional de la protuberancia de ladrillo tipo lego .....	72
<b>Tabla 23.</b>	Ensayo de variación dimensional del canal de ladrillo tipo lego...	72
<b>Tabla 24.</b>	Ensayo de densidad del ladrillo tipo lego .....	73
<b>Tabla 25.</b>	Ensayo de succión con peso natural del ladrillo tipo lego .....	74

<b>Tabla 26.</b>	Ensayo de succión con peso seco del ladrillo tipo lego .....	75
<b>Tabla 27.</b>	Ensayo de absorción del ladrillo tipo lego .....	76
<b>Tabla 28.</b>	Ensayo de absorción máxima del ladrillo tipo lego .....	77
<b>Tabla 29.</b>	Ensayo de coeficiente de saturación del ladrillo tipo lego .....	78
<b>Tabla 30.</b>	Resultado de resistencia del ladrillo tipo lego .....	80
<b>Tabla 31.</b>	Ensayo de pilas del ladrillo tipo lego .....	82
<b>Tabla 32.</b>	Ensayo de muretes del ladrillo tipo lego .....	83
<b>Tabla 33.</b>	Material necesario para un ladrillo tipo lego, dosificación 1:8:4....	125
<b>Tabla 34.</b>	Material necesario para un ladrillo tipo lego, dosificación 1:9:3....	130
<b>Tabla 35.</b>	Opiniones del encuestado .....	145

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b>	Ladrillo lego .....	20
<b>Figura 2.</b>	Vivienda construida con el ladrillo LEGO de plástico .....	20
<b>Figura 3.</b>	Ecoladrillo lego .....	21
<b>Figura 4.</b>	Vivienda construida con el Ecoladrillo Lego .....	21
<b>Figura 5.</b>	Ladrillo autoajustable .....	22
<b>Figura 6.</b>	Ladrillo resistente a lluvia .....	22
<b>Figura 7.</b>	Ladrillo a base de residuos sólidos .....	23
<b>Figura 8.</b>	Vivienda a base de residuos sólidos .....	23
<b>Figura 9.</b>	Bloque de hormigón y ladrillo .....	24
<b>Figura 10.</b>	Ladrillos macizos .....	24
<b>Figura 11.</b>	Ladrillos alveolares o huecos .....	25
<b>Figura 12.</b>	Ladrillos perforadas .....	25
<b>Figura 13.</b>	Ladrillos tubulares .....	26
<b>Figura 14.</b>	Requisitos obligatorios: Variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión .....	28
<b>Figura 15.</b>	Requisitos de absorción y coeficiente de saturación .....	28
<b>Figura 16.</b>	Requisitos de resistencia y absorción .....	29
<b>Figura 17.</b>	Determinación de altura de la hilada .....	30
<b>Figura 18.</b>	Determinación la altura promedio de arista .....	30
<b>Figura 19.</b>	Concavidad y convexidad del ladrillo .....	31
<b>Figura 20.</b>	Ensayo para resistencia a la compresión .....	32
<b>Figura 21.</b>	Ensayo de succión .....	33
<b>Figura 22.</b>	Eflorescencia .....	36
<b>Figura 23.</b>	Ensayo de murete .....	37
<b>Figura 24.</b>	Primer diseño propuesto de bloque .....	48
<b>Figura 25.</b>	Segundo diseño propuesto de bloque .....	48
<b>Figura 26.</b>	Tercer diseño interior propuesto de bloque .....	48
<b>Figura 27.</b>	Tercer diseño exterior propuesto de bloque .....	49
<b>Figura 28.</b>	Cuarto diseño .....	49
<b>Figura 29.</b>	Isometría del cuarto diseño .....	50

<b>Figura 30.</b>	Curva granulométrica de arena gruesa muestra 1.....	55
<b>Figura 31.</b>	Curva granulométrica de arena gruesa muestra 2 .....	56
<b>Figura 32.</b>	Curva granulométrica de arena gruesa muestra 3 .....	57
<b>Figura 33.</b>	Curva granulométrica de confitillo muestra 1 .....	59
<b>Figura 34.</b>	Curva granulométrica de confitillo muestra 2 .....	60
<b>Figura 35.</b>	Curva granulométrica de confitillo muestra 3 .....	61
<b>Figura 36.</b>	Campana de Gauss .....	81
<b>Figura 37.</b>	Ladrillo convencional .....	116
<b>Figura 38.</b>	Dosificaciones de mortero .....	117
<b>Figura 39.</b>	Porcentaje de desperdicios .....	117
<b>Figura 40.</b>	Ladrillo pandereta	121
<b>Figura 41.</b>	Ladrillo lego .....	125
<b>Figura 42.</b>	Muro de 4.50 m x 2.50 m .....	135



## Índice de fotos

<b>Foto 1.</b>	Ensayo de granulometría de arena gruesa .....	54
<b>Foto 2.</b>	Ensayo de granulometría de confitillo .....	58
<b>Foto 3.</b>	Ensayo de arena gruesa de peso unitario suelto .....	62
<b>Foto 4.</b>	Ensayo de confitillo de peso unitario suelto .....	63
<b>Foto 5.</b>	Ensayo de confitillo de peso unitario compacto .....	64
<b>Foto 6.</b>	Ensayo de contenido de humedad .....	65
<b>Foto 7.</b>	Ensayo de contenido de absorción de arena gruesa .....	67
<b>Foto 8.</b>	Ensayo de contenido de absorción de confitillo .....	68
<b>Foto 9.</b>	Ensayo de peso específico de arena gruesa .....	69
<b>Foto 10.</b>	Ensayo de peso específico de confitillo .....	69
<b>Foto 11.</b>	Herramientas a utilizar para el alabeo .....	70
<b>Foto 12.</b>	Ensayo de alabeo .....	70
<b>Foto 13.</b>	Ensayo de variación dimensional del cuerpo del ladrillo .....	71
<b>Foto 14.</b>	Ensayo de variación dimensional de la protuberancia del ladrillo..	71
<b>Foto 15.</b>	Ensayo de variación dimensional del canal del ladrillo .....	72
<b>Foto 16.</b>	Ensayo de densidad .....	73
<b>Foto 17.</b>	Ensayo de succión con peso natural .....	74
<b>Foto 18.</b>	Ensayo de absorción .....	76
<b>Foto 19.</b>	Ensayo de absorción máxima .....	77
<b>Foto 20.</b>	Ensayo de eflorescencia .....	78
<b>Foto 21.</b>	Ensayo de resistencia a la comprensión .....	79
<b>Foto 22.</b>	Ensayo de pilas .....	82
<b>Foto 23.</b>	Ensayo de murete .....	83
<b>Foto 24.</b>	Molde metálico .....	109
<b>Foto 25.</b>	Canal metálico y de madera .....	109
<b>Foto 26.</b>	Molde de madera .....	109
<b>Foto 27.</b>	Molde de madera final .....	110

## Índice de ecuaciones

<b>Ecuación 1.</b>	Variación dimensional .....	31
<b>Ecuación 2.</b>	Resistencia a la comprensión .....	32
<b>Ecuación 3.</b>	Succión (S) .....	33
<b>Ecuación 4.</b>	Absorción (A) .....	34
<b>Ecuación 5.</b>	Absorción máxima (Abs máx) .....	35
<b>Ecuación 6.</b>	Coefficiente de saturación (Coef sat) .....	35
<b>Ecuación 7.</b>	Densidad (D) .....	36

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b>	Características del agregado fino .....	95
<b>Anexo 2.</b>	Características del agregado grueso .....	101
<b>Anexo 3.</b>	Fotos de los moldes que se utilizaron para la elaboración del ladrillo .....	108
<b>Anexo 4.</b>	Ensayos de unidad de albañilería .....	111
<b>Anexo 5.</b>	Análisis de costos del ladrillo convencional .....	115
<b>Anexo 6.</b>	Análisis de costos de ladrillo pandereta .....	120
<b>Anexo 7.</b>	Análisis de costos del ladrillo tipo lego 1:8:4 .....	124
<b>Anexo 8.</b>	Análisis de costos del ladrillo tipo lego 1:9:3 .....	129
<b>Anexo 9.</b>	Comparación de costos para una tabiquería de 4.50m x 2.50m ....	134
<b>Anexo 10.</b>	Encuesta .....	138
<b>Anexo 11.</b>	Cuadro de opiniones del encuestado .....	140
<b>Anexo 12.</b>	Informe de ensayo de murete .....	142

## **RESUMEN**

El objetivo principal de esta tesis es diseñar una unidad de albañilería para minimizar los costos en la construcción de edificaciones en Nuevo Chimbote – 2020, está orientado a la elaboración de un diseño de unidad de albañilería con el objetivo de permitir que personas sin experiencia en este campo participen en la construcción de edificaciones.

Entre otros beneficios tenemos una construcción en menor tiempo, menor costo y con mayor seguridad para el trabajador en el ensamblado con ladrillos inteligentes de tipo lego.

De igual manera se investigará bibliográficamente con respecto a las unidades de albañilería según la Norma E-070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, dosificaciones utilizadas, costos de materiales y tiempo de ejecución, utilizados a nivel internacional, los cuales son de gran ayuda para la investigación.

El presente proyecto será ejecutado por Mejía Rojas Bright y Salazar Saldaña Josep con el apoyo del Ing. Julio César Rivasplata Díaz que tiene experiencia con investigaciones relacionadas y en la ejecución de obras.

Palabras claves: Ladrillos tipo lego, dosificaciones, costo, tiempo y rendimiento.

## **ABSTRACT**

The main objective of this thesis is to design a unit of masonry to minimize the costs in the construction of buildings in Nuevo Chimbote - 2020, is oriented to the elaboration of a design of the masonry unit with the aim of allowing people with no experience in this field to participate in the construction of buildings.

Among other benefits we have a construction in less time, less cost and with greater security for the worker in the assembly with intelligent bricks type lego.

In the same way a bibliographical investigation with respect to the units in accordance with Standard E-070 of the Regulation General questions, the dosages are used, the costs of materials and the time of execution, is used an international level,.

This project will be execute by Mejia Rojas Bright and Salazar Saldaña Josep with the support of Ing. Julio Cesar Diaz Rivasplata, who has experience with investigations that are relate with this topic and about execution of buildings.

Keywords: Lego bricks, dosages, costs, time and efficiency.



# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCION**





## 1. Introducción

### 1.1. Antecedentes del problema

La historia del distrito, está asociada a su proceso de origen y crecimiento urbano, y este proceso está condicionado a la ubicación geográfica de la ciudad de Nuevo Chimbote. Dicha ciudad se localiza en la Costa del Perú, formando parte de los 40 mil kilómetros de perímetro del anillo o cinturón de fuego del Pacífico. Los científicos dicen que las enormes rocas que envuelven nuestro planeta se desplazan constantemente a una velocidad similar al crecimiento de las uñas, y cuando estas planchas enormes de piedra no logran avanzar naturalmente, se forma un sismo.

En los 70; hubo un sismo de 7.8 grados en la escala de Richter que destruyó la ciudad de Chimbote, ocasionó colapso en la infraestructura básica y daños en los elementos estructurales de las viviendas. Dichas viviendas eran de material recuperable, material noble y adobe. La comisión CRYRZA elabora el "Plan Director de la Municipalidad del Santa" aprobado en 1974, estudio en el que se plantea como área de expansión urbana la zona sur de la ciudad de Chimbote, si bien es cierto que como consecuencia de estos planes de expansión se construyen urbanizaciones como Bruces, Las Casuarinas, Los Héroe (ex Canalones), José Carlos Mariátegui (Ex Unicreto), Bellamar y asentamientos Humanos como PPAO su ocupación se postergó por la renuencia de la población de Chimbote a trasladarse a la zona sur, debido a su aparente lejanía respecto a los centros de trabajo y zonas de comercio.

En la actualidad Nuevo Chimbote ha sido una de las dos ciudades del Perú elegidas para la ejecución del proyecto de construcción de viviendas sostenibles con ladrillos convencionales financiadas por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).



## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema general

Conocer cuál es el efecto del diseño de unidad de albañilería lego en la construcción de viviendas económicas en la ciudad de Nuevo Chimbote – Ancash.

### 1.2.2. Problemas específicos

Indagar el material adecuado que facilite desmoldar el ladrillo; sea un molde metálico, madera o plástico.

Encontrar si el diseño de la unidad de albañilería cumple con los criterios mínimos de la Norma E-070.

Se busca que el diseño sea óptimo para levantar un muro sin necesidad de usar mortero porque cada ladrillo funciona con un amarre vertical y lateral; así mismo encontrar en qué tipo de muro tendrá un mejor desempeño, si funciona como muro portante o no portante.

La investigación busca, además; que toda persona sea capaz de levantar un muro por la facilidad de la forma del diseño y en menos tiempo de lo que tomaría hacerlo convencionalmente.

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Elaborar el diseño de unidad de albañilería LEGO (leg godt) para la construcción de viviendas económicas en Nuevo Chimbote.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Innovar la forma geométrica de una unidad de albañilería.
- Ensayar los agregados finos.
- Dosificar la mezcla.
- Elaborar una unidad de albañilería.
- Ensayar la unidad de albañilería.
- Verificar si es accesible a todo sector económico.
- Comparar la calidad y el costo del ladrillo en el mercado.



#### **1.4. Justificación**

La presente investigación se enfocará en diseñar una unidad de albañilería, ya que para la construcción de muros se necesita ladrillos y mortero en donde los muros en una albañilería confinada no reciben cargas por lo que se investiga un diseño de unidad de albañilería que conecten entre sí, sin necesidad de utilizar mortero. En este nuevo procedimiento de construcción no es necesaria mano calificada y se realiza en menos tiempo puesto que el Reglamento Nacional de Edificaciones E070 dice “No se asentará más de 1,30 m de altura de muro en una jornada de trabajo. En el caso de emplearse unidades totalmente sólidas (sin perforaciones)”

Nos proponemos a diseñar una unidad de albañilería sostenible para la población de Nuevo Chimbote, el cual será ensayado al igual que un ladrillo convencional.

#### **1.5. Limitaciones de trabajo**

El suministro de los agregados y, asimismo, serán analizados para el diseño de mezcla que se empleará en la elaboración de las unidades de albañilería. Se evaluará su variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión, absorción, coeficiente de saturación y resistencia de muretes.

Para realizar las hojas de cálculo se utilizará el programa Excel; para los ensayos, equipos de laboratorio.

#### **1.6. Hipótesis de la investigación**

Si se elabora un diseño de unidad de albañilería lego entonces se construirá viviendas económicas en Nuevo Chimbote.



# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**



## 2. Marco teórico

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

##### A. Ladrillos lego de plástico – Colombia

El arquitecto Oscar Andrés Méndez implementó un sistema constructivo alternativo transformando la basura plástica y caucho en ladrillos que se montan entre sí. Además, una casa de 40 metros cuadrados se puede construir con 4 personas sin experiencia en 5 días.

Las ventajas de la construcción de una vivienda con este ladrillo son:

- 30% más barato
- No necesita mano de obra calificada
- Menos tiempo
- Reduce el plástico en los vertederos



Figura 1: Ladrillo LEGO de plástico

Fuente: Colombia, Compañía conceptos plásticos,2016.



Figura 2: Vivienda construida con el ladrillo LEGO de plástico

Fuente: Colombia, Compañía conceptos plásticos,2016.

### **B. Ecoladrillos lego –México**

Aldo Castillo Parra y Blanca Muradas Cedillo desarrollaron a base de tepetate, arcilla natural de alta resistencia localizada en la mayor parte del territorio mexicano, un ladrillo que permite armar las paredes bloque por bloque como niños usando legos. La ventaja principal es que elimina el desperdicio de materiales y reduce el costo de la construcción.

Cada bloque cuenta con dos orificios para las instalaciones eléctricas y sanitarias.



Figura 3: *Ecoladrillo lego*

Fuente: México, Compañía México Ecoladrillos,2013.



Figura 4: *Vivienda construida con el Ecoladrillo Lego*

Fuente: México, Blog Unitec,2013.

### C. Ladrillos lego de arcilla – Colombia

La Empresa (PCA) realizó ladrillos diferentes con cerámica roja; estos eran autoajustables sin adherir cemento sin necesidad del uso de mano de obra calificada, de manera sencilla y rápida. Entre otras características tenemos: resistencia a los sismos, es seguro, ahorro hasta un 20% en materiales de construcción sin contar que se prescinde de mano de obra calificada.

Así mismo, se destaca también que tardar en levantar un lote de 36 m<sup>2</sup> es apenas 05 días y el precio del metro cuadrado oscila entre 320 y 530 dólares dependiendo de las condiciones del terreno.



Figura 5: Ladrillo autoajustable

Fuente: Colombia, Sistema de piezas cerámicas autoajustables,2010.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

#### A. Ladrillos resistentes a lluvias e inundaciones – Junín

Jesús Meza López. egresado de la Universidad Nacional del Centro del Perú, elabora este ladrillo a una presión de 6 toneladas y la mezcla contiene: tierra tamizada arcillosa y arenosa, agua y cemento; su precio por unidad oscila entre 80 a 90 céntimos.

Este ladrillo es un aislante termo acústico y en ambientes cálidos mantiene fresca la construcción y es resistente a cualquier tipo de erosión acelerada; además, en su fabricación no necesita cocción.



Figura 6: Ladrillo resistentes a lluvia

Fuente: Junín, Ladrillos ecológicos,2016.

### **B. Ladrillos ecológicos antisísmicos – Junín**

Este proyecto fue desarrollado por funcionarios de la municipalidad distrital de El Tambo, utilizan envases plásticos, con la finalidad de construir viviendas para personas con bajos recursos e infraestructura municipal.

La forma del ladrillo es prismática, tiene una ranura de base y tiene un empuje de salida en ambos lados, su costo de producción es de 42 céntimos.

Actualmente también elaboran tejas, postes para viña, mangueras para riego por goteo, tapas para enchufe y llaves de luz; todo esto, gracias a una campaña de recolección que empezó el año 2012.



Figura 7: *Ladrillo a base residuos sólidos*

Fuente: Junín, Ladrillos ecológicos antisísmicos,2017.

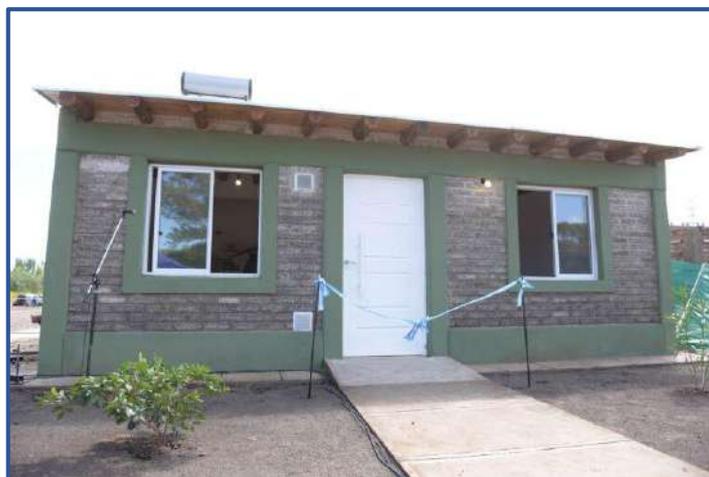


Figura 8: *Vivienda a base residuos sólidos*

Fuente: Junín, Ladrillos ecológicos antisísmicos,2017.

## 2.2. Base teórica

### 2.2.1. Unidad de albañilería

Se denomina ladrillo a aquella unidad de albañilería cuya dimensión y peso permita que pueda ser manipulado con una mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo. (RNE E-070, 2006, pag.13)

Estas se elaboran de distintas materias primas, tales como: arcilla, sílice-cal y concreto. Adquieren características depende de su dosificación, mezcla y fabricación para que resulte de pésimo o excelente calidad.



Figura 9: Bloque de hormigón y ladrillo

Fuente: Internet

### 2.2.2. Clasificación

#### 2.2.2.1 Respecto a su área

##### A *Sólidas o macizas*

No son aquellas que no tienen alvéolos, por lo contrario, la cantidad de perforaciones perpendicular a la cara de asiento es menor al 30% de su área bruta.

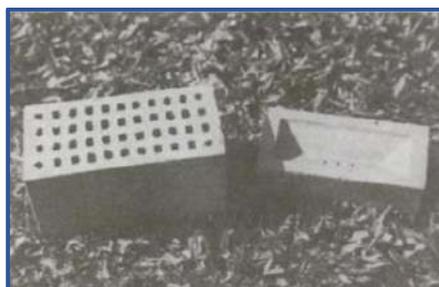


Figura 10: Ladrillos macizos

Fuente: Internet

### ***B Alveolares o huecas***

La cantidad de perforaciones perpendiculares al área de asiento superan el 30% de su área bruta.

Cuando los alvéolos de estas unidades, en su aplicación, se llenan con concreto líquido, la albañilería pasa a ser tratada como sólida. (Héctor Gallegos Carlos, 2005, pag.83)



Figura 11: *Ladrillos alveolares o huecos*

Fuente: Internet

### ***C Perforadas***

Tienen el mismo concepto que las unidades huecas, excepto de que el tamaño de sus perforaciones es reducido y por ende no pueden llenarse con concreto líquido. Estos alvéolos tienen que ser menores de 4 x 5 cm.



Figura 12: *Ladrillos perforadas*

Fuente: Internet

### ***D Tubular***

Las perforaciones son paralelas a la cara de asiento, la cantidad y tamaño de alvéolos varían respecto al área bruta de su cara lateral.



Figura 13: *Ladrillos tubulares*

Fuente: Internet

### **2.2.2.2 Manufactura**

#### ***A Industrial***

Es la secuencia de actividades estandarizadas para obtener una unidad de albañilería que cumple con las normativas mínimas, entre ellas tenemos:

- Moldeado con asistencia de presión elevada para unidades de sílice-cal, arcilla y concreto.
- Moldeado a vibración para unidades de concreto,
- Por extrusión para arcilla.

#### ***B Artesanal***

Su fabricación consiste en procedimientos predominante manuales. El amasado o moldeado es hecho a mano o con maquinaria elemental, en el caso de un ladrillo de arcilla la cocción también se realiza en un horno artesanal lo que produce que los ladrillos no se cocinen de forma pareja.



### 2.2.2.3 Materia prima

#### A Ladrillos de arcilla

- El elemento principal es la arcilla compuesta de sílice y alúmina con cantidades variables de óxidos metálicos y otros ingredientes; de preferencia se usa las arcillas impuras, contienen alrededor del 33% de arena y limo, ya que al combinarse con agua resulta una mezcla plástica fácil para formarse en moldes o por el dado de las extrusoras.

El producto terminado no debe mostrar agrietamiento.

- De acuerdo a la Norma ITINTEC 331.017 sus propiedades se clasifican en cinco tipos:

Tabla 1.  
Clasificación de tipos de resistencia.

TIPO	RESISTENCIA	DURABILIDAD	APTO PARA CONSTRUCCIONES
I	Muy baja	Muy baja	Con condiciones de servicio con exigencias mínimas
II	Bajas	Bajas	Con condiciones de servicio mínimas
III	Media	Media	Uso general
IV	Alta	Alta	Condiciones de servicio rigurosos
V	Muy alta	Muy alta	Condiciones de servicio particularmente rigurosas

Fuente: Norma ITINTEC 331.017.

- Los ladrillos de arcilla cocida deberán cumplir con las especificaciones indicadas en la Figura 14 y Figura 15:

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 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 <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes  
(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Figura 14: *Requisitos obligatorios: Variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión*

Fuente: RNE E – 0.70

TIPO	ABSORCION (máx. en %)	COEFICIENTE DE SATURACION (máximo) (2)
I	Sin Límite	Sin Límite
II	Sin Límite	Sin Límite
III	25	0,90
IV	22	0,88
V	22	0,88

NOTA 1.- El ensayo de absorción máxima sólo es exigible cuando el ladrillo estará en contacto directo con lluvia intensa, terreno o agua.  
NOTA 2.- El ensayo de coeficiente de saturación sólo es exigible para condición de intemperismo severo.

Figura 15: *Requisitos de absorción y coeficiente de saturación*

Fuente: Norma ITINTEC 331.018

## B Ladrillos de concreto

- Sus componentes principales son: el cemento portland, agregados graduados y agua; en algunos casos puede tener otros ingredientes (pigmentos o agregados especiales).

Es clave obtener una resistencia adecuada con la mínima densidad y mínimo contenido de cemento; esto se obtiene con graduaciones correctas de agregado. Para que, en el vibrado de la mezcla, el cemento esté en todos los puntos de contacto de los agregados para pasar de un líquido a una masa firme. La mezcla puede ser dosificada para obtener resistencias variables.

- De acuerdo a la NTP 399.601 se clasifican por resistencia en cuatro tipos:

Tabla 2.

Clasificación por resistencia a ladrillos de concreto.

TIPO	APTO PARA:
24	Uso como unidades de enchape arquitectónico y muros exteriores sin revestimiento y para su uso donde se requiere alta resistencia a la compresión y resistencia a la penetración de la humedad y a la acción severa del frío.
17	Uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión y resistencia a la acción del frío y a la penetración de la humedad.
14	Uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.
10	Uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.

Fuente: NTP 399.601

- Los ladrillos de concreto deben cumplir con requisitos físicos que se muestran en la Figura 16:

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f_b$ mínimo en MPa sobre área bruta			ABSORCIÓN Máximo en % (Promedio de 3 unidades)
Tipo	Promedio de 3 unidades	Unidad Individual	
24	24	21	8
17	17	14	10
14	14	10	12
10	10	8	12

Figura 16: *Requisitos de resistencia y absorción*

Fuente: NTP 399.601

- Las dimensiones de ancho, alto y largo no deben diferir por más de  $\pm 3,2$  mm de las dimensiones estándar especificadas por el fabricante. (NTP 399.601, 2015, pag.6)

### C Ladrillos sílice - cal

- Los elementos que participan para obtener este tipo de ladrillo son: la cal, arena natural o roca triturada.

Normalmente se utiliza la arena local (tamaño máximo 6 mm), y su graduación es importante para la resistencia, textura y porosidad.

La cal viva participa en una proporción entre 5% a 9%; la cal hidratada, de 8% a 12%. Su participación es vital; puesto que si al momento de hidratarse la expansión resultante es pequeña se reduce la resistencia, y si es grande se agrieta y puede destruirse.

### 2.2.3. Pruebas clasificatorias

#### A Variación dimensional

- Determina la altura de una hilada; es importante saber que por cada incremento de 3mm a la junta establecida por norma, se disminuye un 15% en la resistencia a la compresión de la albañilería.

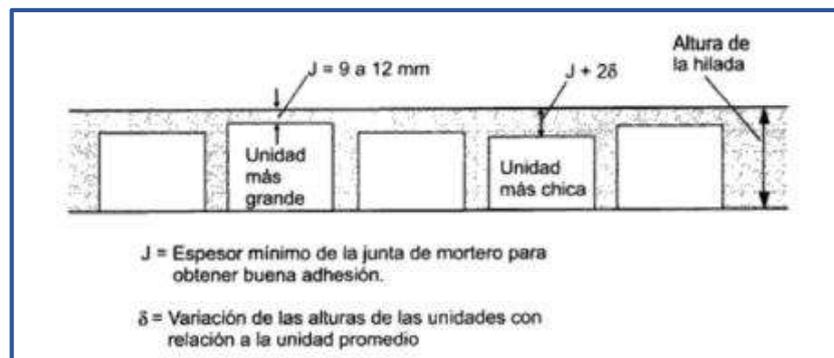


Figura 17: *Determinación de la altura de la hilada*

Fuente: Albañilería estructural, Gallegos H. (2005)

- Procedimiento: Según la norma ITINTEC, para cada arista se toma el promedio de 4 medidas (en mm) en la mitad de la cara.

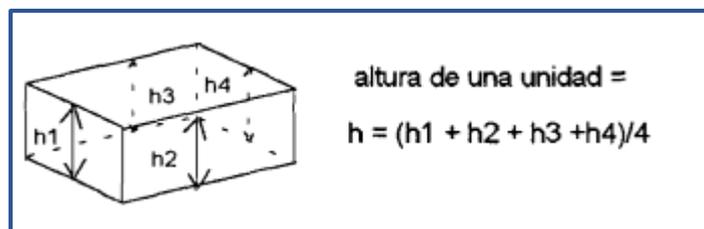


Figura 18: *Determinación la altura promedio de arista*

Fuente: Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería, San Bartolomé A. (2011)

Luego se calcula la variación en porcentaje:

**Ecuación 1.** Variación dimensional (V)

$$V = \frac{DE - MP}{D} \times 100 \quad \text{..... (1)}$$

Dónde:

De = Medida especificada (mm)

Dp = Medida promedio (mm)

### **B Alabeo**

- Mide la concavidad o convexidad de la unidad, depende de ello puede aumentar el espesor de la junta. Asimismo, en las zonas más alabeadas pueden formarse vacíos y en consecuencia se produce fallas de tracción por flexión.
- Procedimiento: La cara de asiento de la unidad se coloca sobre una mesa plana, encima se coloca una regla de forma diagonal (uniendo dos vértices opuestos) para después introducir en los puntos de mayor flexión una cuña graduada al milímetro. Se expresa su resultado promedio en milímetros.

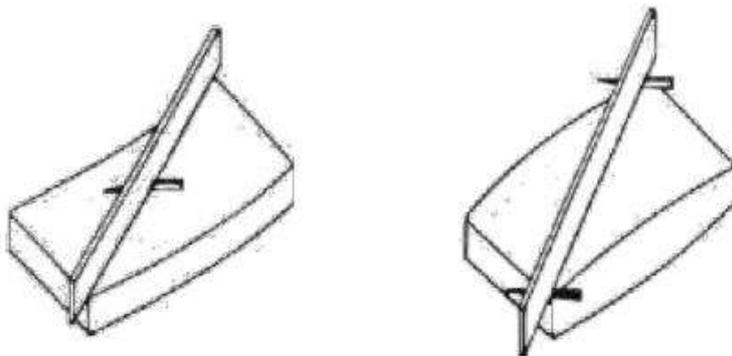


Figura 19: *Concavidad y convexidad del ladrillo*

Fuente: Albañilería estructural, Gallegos H. (2005)

### **C Resistencia a la compresión**

- Nos da a conocer si es apto para usar en fines estructurales y durabilidad de la unidad. El ensayo de compresión está en función no solo de la resistencia intrínseca de la masa, sino de la altura y forma. (Héctor Gallegos Carlos, 2005, pag.113)
- Procedimiento: Se aplica una carga perpendicular a la superficie de asiento hasta la rotura de la unidad. En caso que su superficie sea muy irregular, se coloca un

capping para lograr el contacto uniforme de los cabezales de máquina de compresión.

La resistencia a la compresión se determina:

**Ecuación 2.** Resistencia a la compresión ( $f'_b$ )

$$f'_b = \frac{P_u}{A} \quad \text{..... (2)}$$

Dónde:

$P_u$  = Carga de rotura

$A$  = Área bruta

Según la norma E-070, el resultado de la resistencia característica es la resistencia promedio menos su desviación estándar.

El quitarle una desviación estándar al valor promedio estadísticamente significa que por lo menos el 84% de las unidades ensayadas tendrán una resistencia mayor al valor característico, o que es aceptable tener hasta un 16% de unidades defectuosas. (Ángel San Bartolomé, 2011, pag.43)



Figura 20: *Ensayo para resistencia a la compresión*

Fuente: Internet

## 2.2.4. Pruebas no clasificatorias

### A *Succión*

- Es la medida de obtener agua en la cara del asiento de una unidad, esto interviene en la relación mortero – unidad y por ende en la resistencia a tracción de la albañilería. Cuando la succión es muy alta el mortero se deforma y endurece, a consecuencia se tiene una adhesión incompleta y pobre con la siguiente unidad. Para una succión mayor a 40 gramos por minuto (en un área de 200 cm<sup>2</sup>), es indispensable que la unidad se humedezca; aquella que tiene una succión entre 15 y 40 gramos logran mayor adhesión al mortero independientemente de la materia prima de la unidad.
- Procedimiento: Si se trata de un ensayo de investigación, se realiza después del secado al horno; si es para evaluar un proceso constructivo, en su estado natural. Se coloca sobre soportes la cara de asiento por un minuto, en ese tiempo tiene que estar en contacto con unos 3mm de su altura; al término se retira y se seca la superficie con un paño.

Para obtener el valor, aplicamos la siguiente fórmula:

**Ecuación 3. *Succión (S)***

$$S = \frac{(P_m - P_s) \times 200}{A} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Dónde:

$P_m$  = Peso de la unidad, luego de haber sido sumergida.

$P_s$  = Peso seco o en su estado natural.

A = Área bruta



Figura 21: *Ensayo de succión*

Fuente: Internet



### **B Absorción**

- Es la medida para determinar la permeabilidad de la unidad, influye en la resistencia a la acción de la intemperie moderada y en la resistencia del muro.  
Para zonas con intemperización severa, climas marítimos en las latitudes extremas de los continentes, se establece la durabilidad de la unidad sometiéndolo a ciclos alternados de hielo y deshielo.
- Procedimiento: La unidad se pesa después de permanecer 24 horas en un horno a 110°C, luego las unidades secas se sumergen en agua durante 24 horas; al término se sacan las unidades, se seca la superficie con un trapo y se pesa.  
Para obtener el valor, aplicamos la siguiente fórmula:

**Ecuación 4. Absorción (A)**

$$A = \frac{G4 - G3}{G3} \times 100 \quad \dots\dots\dots (4)$$

Dónde:

G3 = Peso seco (gr)

G4 = Peso saturado luego de 24 horas (gr)

### **C Absorción máxima**

- Es la medida para determinar la permeabilidad de la unidad, al igual que el ensayo de absorción, influye en la resistencia a la acción de la intemperie moderada y en la resistencia del muro.  
En el ensayo de absorción las unidades de arcilla o sílice-cal; no llena totalmente los poros en la inmersión de agua por 24 horas, por lo que, se mide nuevamente hirviendo la unidad en cinco horas.
- Procedimiento: Para este ensayo se repite el mismo proceso anterior hasta que las unidades son sumergidos en agua por 24 horas, luego se coloca en un recipiente con agua destilada sobre una cocina por 5 horas en ebullición.

Para obtener el valor, aplicamos la siguiente fórmula:

**Ecuación 5.** *Absorción máxima (Abs máx*

$$Abs\ máx = \frac{W_{sat\ 5} - W_{seco}}{W_{seco}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (5)$$

Dónde:

$W_{seco}$  = Peso seco (gr)

$W_{sat\ 5}$  = Peso saturado luego de 5 horas en  
ebullición(gr)

#### **D** *Coefficiente de saturación*

- Es la relación entre la absorción y la absorción máxima, en el caso de las unidades de arcilla o sílice-cal, el valor para una adecuada resistencia a un intemperismo moderado es de 0.88% y para la absorción máxima de 22%. En las unidades de concreto se emplean los mismos criterios, pero generalmente se especifica solamente la absorción máxima; el valor del coeficiente de saturación de las unidades de concreto es siempre cercano a uno. (Héctor Gallegos Carlos, 2005, pag.120)
- Para obtener el valor, aplicamos la siguiente fórmula:

**Ecuación 6.** *Coefficiente de saturación (Coef sat)*

$$Coef\ sat = \frac{Abs}{Abs\ máx} \quad \dots\dots\dots (6)$$

#### **E** *Densidad*

- Está relacionado directamente con la resistencia a la compresión, por ejemplo, a mayor densidad mayor será la resistencia.
- Procedimiento: Se pesa la unidad tras haber estado 24 horas en el horno a 110° C, luego se sumerge en un recipiente con agua y se vuelve a pesar. Por último; se deja hervir por tres horas, se retira, se seca la superficie con un paño y se vuelve a pesar.

Para obtener el valor, aplicamos la siguiente fórmula:

$$Volumen = W_{sat} - W_{sumergido}$$

**Ecuación 7. Densidad (D)**

$$D = \frac{W_{seco}}{Volumen} \quad \dots\dots\dots (7)$$

Dónde:

$W_{sat}$  = Peso saturado luego de 3 horas en ebullición(gr)

$W_{seco}$  = Peso luego de sacar del horno (gr)

### **F Eflorescencia**

- Es el efecto de sales cuando se ponen en contacto con el agua y afloran en el muro como manchas blanquecinas o salitrosas. Esta patología afecta su durabilidad, su adherencia con el mortero y destruye su superficie.

Las sales pueden estar en el mismo terreno o en la materia prima del mortero/ladrillo.

- Procedimiento: Un grupo de ladrillos se coloca en una bandeja con agua a una altura de 25 mm, la distancia entre dos ladrillos debe ser de 5cm, después de 7 días transcurridos se colocan en el horno por 24 horas. Se deja enfriar a temperatura ambiente y se visualiza la diferencia de colores, depende de la aparición de manchas blancas en la unidad se califica en: Eflorecida, ligeramente eflorecida o sin eflorescencia.



Figura 22: *Eflorescencia*

Fuente: Internet

### 2.2.5. Ensayo de murete

#### A Compresión diagonal

- Determina la resistencia a la compresión diagonal y la rigidez a la cortante de muretes de mampostería, un muro de tamaño reducido (0.60m x 0.60m) es sometido a una carga de compresión a lo largo de una de sus diagonales.

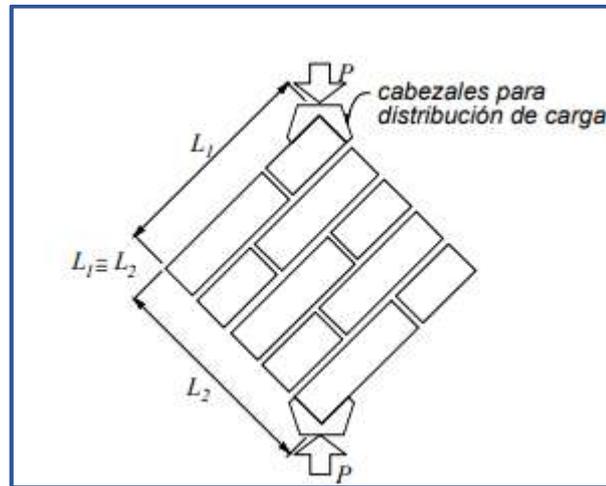


Figura 23: Ensayo de murete

Fuente: Internet

### 2.3. Procesos constructivos

Según la Norma E-070, la mano de obra empleada en las construcciones de albañilería será calificada, debiéndose supervisar el cumplimiento de las siguientes exigencias básicas:

- Los muros se construirán a plomo y en línea. No se atentará contra la integridad del muro recién asentado.
- En la albañilería con unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales y verticales quedarán completamente llenas de mortero. El espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será 15 mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4 mm, lo que sea mayor. En las juntas que contengan refuerzo horizontal, el espesor mínimo de la junta será 6 mm más el diámetro de la barra.
- Se mantendrá el temple del mortero mediante el reemplazo del agua que se pueda haber evaporado, por una sola vez. El plazo del retemplado no excederá al de la fragua inicial del cemento.



- Las unidades de albañilería se asentarán con las superficies limpias de polvo y sin agua libre. El asentado se realizará presionando verticalmente las unidades, sin bambolearlas. El tratamiento de las unidades de albañilería previo al asentado será el siguiente:
  - a) Para concreto y sílico-calcareo: pasar una brocha húmeda sobre las caras de asentado o rociarlas.
  - b) Para arcilla: de acuerdo a las condiciones climatológicas donde se encuentra ubicadas la obra, regarlas durante media hora, entre 10 y 15 horas antes de asentarlas. Se recomienda que la succión al instante de asentarlas esté comprendida entre 10 a 20 gr/200 cm<sup>2</sup> -min.
- No se asentará más de 1,30 m de altura de muro en una jornada de trabajo. En el caso de emplearse unidades totalmente sólidas (sin perforaciones), la primera jornada de trabajo culminará sin llenar la junta vertical de la primera hilada, este llenado se realizará al iniciarse la segunda jornada. En el caso de la albañilería con unidades apilables, se podrá levantar el muro en su altura total y en la misma jornada deberá colocarse el concreto líquido.
- Las juntas de construcción entre jornadas de trabajos estarán limpias de partículas sueltas y serán previamente humedecidas.
- El tipo de aparejo a utilizar será de sogá, cabeza o el amarre americano, traslapándose las unidades entre las hiladas consecutivas.

#### 2.4. Definición de términos

- **Arena:** Árido que pasa por el tamiz de abertura nominal de 5 mm y es retenido en el de 0.08 mm (N° 200), interviene en la composición del hormigón. [www.aridosads.com.pe](http://www.aridosads.com.pe)
- **Campana de Gauss:** Es una representación gráfica de la distribución normal de un grupo de datos. Éstos se reparten en valores bajos, medios y altos, creando un gráfico de forma acampanada y simétrica con respecto a un determinado parámetro. Se conoce como curva o campana de Gauss o distribución Normal. [ecured.cu/Campana\\_de\\_Gauss](http://ecured.cu/Campana_de_Gauss).
- **Cemento:** Mezcla de caliza y arcilla, sometida a calcinación y molida, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua y se usa como aglomerante en morteros y hormigones. [www.construmatica.com](http://www.construmatica.com)

- **Confítillo:** Se obtiene por trituración artificial de rocas o gravas, en un tamaño de  $1/4$ ” a  $3/8$ ” y junto con la arena gruesa se forma el hormigón.  
[www.arenerasanmartin.com](http://www.arenerasanmartin.com)
- **Lego:** Frase danés “leg godt” que significa “juega bien”. También es explicar un tema complejo usando términos sencillos con el fin de que una persona sin formación profesional en la materia lo entienda con facilidad.
- **Mesa vibratoria:** Provee vibro compactación controlada para asentar y compactas la mezcla (concreto) dentro del molde.
- **Muro No Portante:** Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos. Resolución Ministerial N°011 – 2006 – VIVIENDA. “Norma Técnica E.070 Albañilería”. Pág. 9.

## 2.5. Marco normativo

En la elaboración de la presente tesis se utilizaron las siguientes normas:

- **NTP 339.185 – “Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado”:**  
Esta Norma Técnica Peruana 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.
- **NTP 339.604 – “Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto”:**  
Esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para el muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto para obtener dimensiones, resistencia a la comprensión, absorción, peso unitario y contenido de humedad.
- **NTP 339.613 – “Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería”:**  
Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos para el muestreo y ensayo de los ladrillos de arcilla cocida, utilizados en albañilería.

- **NTP 399.605 – “Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería”:**

Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos para la fabricación y ensayos de prismas de albañilería, y los cálculos para determinar la resistencia en compresión,  $f_m$ .

- **NTP 399.621 – “Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería”:**

Esta Norma Técnica Peruana establece el método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión diagonal (corte), en muretes de albañilería de dimensión mínima 600 mm x 600 mm, mediante la carga de una aplicación a lo largo de una diagonal.

- **NTP 400.012 – “Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global”:**

Esta Norma Técnica Peruana establece el método para la determinación de la distribución por tamaño de partículas del agregado fino y grueso por tamizado.

- **NTP 400.017 – “Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“peso unitario”) y los vacíos en los agregados:**

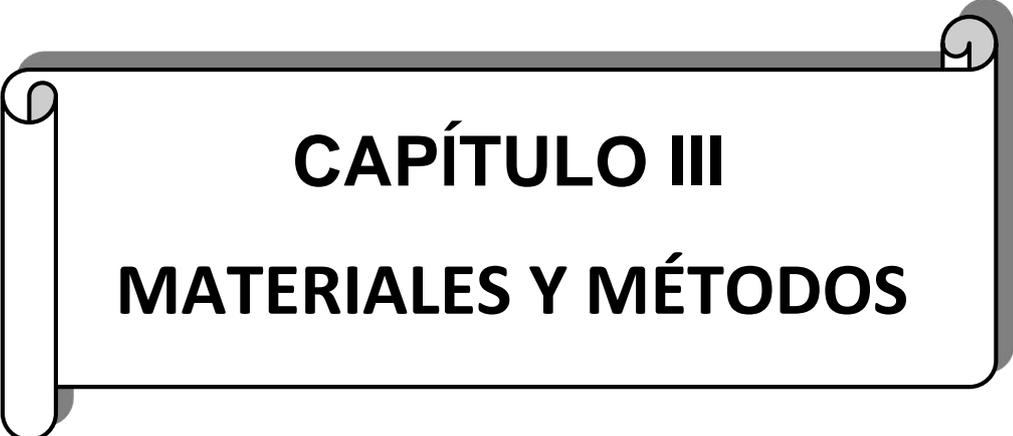
Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la densidad de masa (“Peso unitario”) del agregado en condición suelto o compactado, y calcula los vacíos entre partículas en agregados finos, gruesos o mezcla de ambos basados en la misma determinación. Este método de ensayo es aplicable a los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

- **NTP 400.021 – “Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso”:**

Esta Norma Técnica Peruana establece un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción del agregado grueso.

- **NTP 400.022 – “Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino”:**

La presente Norma Técnica Peruana 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.



**CAPÍTULO III**  
**MATERIALES Y MÉTODOS**



### 3. Materiales y métodos

#### 3.1 Tipo de investigación

- **Según el objeto de estudio**

Investigación aplicada; ya que el conocimiento de los ladrillos convencionales se aplicó para elaborar un diseño de unidad de albañilería autoajustables entre sí, que tenga mayor rendimiento, menos costo y cuente con las características mencionadas en las normas.

#### 3.2 Nivel de investigación

- **Según el tiempo en que se efectúan**

Investigación diacrónica; porque hemos estudiado cada propuesta de diseño de la unidad de albañilería hasta en tres oportunidades, en la cuarta propuesta determinamos que era la adecuada y a partir de allí lo materializamos, ensayamos y analizamos su costo tanto unitario como en el uso de la construcción.

- **Según la naturaleza de la información que se recoge para responder el problema de investigación**

Investigación experimental; por lo que se ha realizado ensayos de laboratorio (alabeo, variación dimensional, densidad, succión, absorción, eflorescencia, ensayo de resistencia a la compresión, ensayo de pilas y ensayo de muretes) con el propósito de producir una unidad de albañilería que este dentro de los estándares permitidos de materiales de construcción.

- **Según su objetivo general**

Investigación proyectiva; puesto que se elaboró un diseño de unidad de albañilería para la construcción de viviendas económicas y se realizó un análisis de precios para determinar si el costo era menor a comparación del uso del ladrillo convencional.

#### 3.3 Unidad de análisis

- Diseño de unidad de albañilería lego



### 3.4 Ubicación

- DISTRITO : Nuevo Chimboe
- PROVINCIA : Santa
- DEPARTAMENTO : Ancash

### 3.5 Población y muestra

Construcción de unidades de albañilería en forma de “Bloques de tipo Lego” con dosificación 1:8:4 en Nuevo Chimbote:

- **ALABEO:** 01 unidad de albañilería (No se pudo realizar debido a la geometría del ladrillo).
- **VARIACIÓN DIMENSIONAL:** 03 unidades de albañilería
- **DENSIDAD:** 02 unidades de albañilería
- **SUCCIÓN CON PESO NATURAL:** 03 unidades de albañilería
- **SUCCIÓN CON PESO SECO:** 03 unidades de albañilería
- **ABSORCIÓN:** 05 unidades de albañilería
- **ABSORCIÓN MÁXIMA:** 03 unidades de albañilería
- **COEFICIENTE DE SATURACIÓN:** 03 unidades de albañilería
- **EFLORESCENCIA:** 04 unidades de albañilería
- **ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:** 30 unidades de albañilería
- **ENSAYO DE PILAS:** 09 unidades de albañilería – 03 pilas
- **ENSAYO DE MURETES:** 42 unidades de albañilería – 02 muretes

### 3.6 Variables

#### 3.6.1 Variable independiente

Diseño de una unidad de albañilería lego.

#### 3.6.2 Variable dependiente

Viviendas Económicas en Nuevo Chimbote.

### 3.6.3 Matriz de consistencia

Tabla 3.  
Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	HIPOTESIS	MÉTODO
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>Conocer cuál es el efecto del diseño de unidad de albañilería lego en la construcción de viviendas económicas en la ciudad de Nuevo Chimbote – Ancash.</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Indagar el material adecuado que facilite desmoldar el ladrillo; sea un molde metálico, madera o plástico.</li> <li>. Encontrar si el diseño de la unidad de albañilería cumple con los criterios mínimos de la Norma E-070.</li> <li>. Se busca que el diseño sea óptimo para levantar un muro sin necesidad de usar mortero; así mismo encontrar en qué tipo de muro tendrá un mejor desempeño.</li> <li>. La investigación busca, además; que toda persona sea capaz de levantar un muro por la facilidad de la forma del diseño y en menos tiempo de lo que tomaría hacerlo convencionalmente.</li> </ul>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Elaborar el diseño de unidad de albañilería LEGO (leg godt) para la construcción de viviendas económicas en Nuevo Chimbote.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Innovar la forma geométrica de una unidad de albañilería.</li> <li>. Ensayar los agregados finos.</li> <li>. Dosificar la mezcla.</li> <li>. Elaborar una unidad de albañilería.</li> <li>. Ensayar la unidad de albañilería.</li> <li>. Verificar si es accesible a todo sector económico.</li> <li>. Comparar la calidad y el costo del ladrillo en el mercado.</li> </ul>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p>Diseño de una unidad de albañilería lego.</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p>Viviendas Económicas en Nuevo Chimbote.</p>	<p>Si se elabora un diseño de unidad de albañilería lego entonces se construirá viviendas económicas en Nuevo Chimbote.</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Según el objeto de estudio</li> <li>. Según el tiempo en que se efectúan</li> <li>. Según la naturaleza de la información que se recoge para responder el problema de investigación</li> <li>. Según su objetivo general</li> </ul> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>Aplicada Diacrónica Experimental Proyectiva</p>

Fuente: Elaboración propia (2020)

### 3.6.4 Operacionalización de variables

Tabla 4

Operacionalización de variable independiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	MEDICIÓN
<b>Variable Independiente:</b> Diseño de una unidad de albañilería lego	<b>Diseño de una unidad de albañilería lego:</b> Es un ladrillo, en el cual su forma geométrica permite que sean autoajustables entre sí y sin adherir mortero. Las medidas que se consideró son de 23 cm de largo, 8 cm de alto y 13 cm ancho.	Se refiere a la resistencia y ensayos de unidad de albañilería que se obtendrán luego de elaborar el ladrillo, y además, ensayos de pilas y muretes en laboratorio.	Pruebas clasificatorias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variación dimensional</li> <li>- Alabeo</li> <li>- Resistencia a la comprensión</li> </ul>	
			Pruebas no clasificatorias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Succión</li> <li>- Absorción</li> <li>- Absorción máxima</li> <li>- Coeficiente de saturación</li> <li>- Densidad</li> <li>- Eflorescencia</li> </ul>	Razón
			Ensayo de pilas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprensión</li> </ul>	
			Ensayo de murete	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprensión diagonal</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia (2020)

Tabla 5  
Operacionalización de variable dependiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	MÉTODOS
<b>Variable Dependiente:</b> Viviendas Económicas en Nuevo Chimbote	<b>Viviendas Económicas en Nuevo Chimbote:</b> Lugar cerrado y cubierto que ha sido construido, con el fin de ser habitado por personas. También es una construcción de menor costo, pero que cumple sus principales objetivos: ofrecer refugio y proteger de las inclemencias climáticas.	Se refiere a minimizar los costos, tiempo y mayor rendimiento en el trabajador para la construcción de viviendas en Nuevo Chimbote – 2020.	Física	Costos  Tiempo  Rendimiento	Razón

Fuente: Elaboración propia (2020)



### **3.7 Instrumentos**

Se ha usado diversas técnicas para obtener información, también se llevó a cabo ensayos en el laboratorio de la Universidad Nacional del Santa, y son:

- a) Técnicas
  - La encuesta, para recolectar información de la población (mayores de 30 años) si existió o existen problemas con los muros de sus casas y a la vez saber si usarían nuestro diseño.
  - Observación directa, para usar la adecuada dosificación en la elaboración del ladrillo.
  - Cotejo, para respaldar si nuestro proyecto cumple con su objetivo.
- b) Ensayos de materiales, tales como el agregado fino y el confitillo.
  - Granulometría
  - Peso unitario
  - Contenido de Humedad
  - Contenido de absorción
  - Peso específico
- c) Ensayos de unidad de albañilería
  - Alabeo
  - Variación dimensional
  - Densidad
  - Succión con peso natural
  - Succión con peso seco
  - Absorción
  - Absorción máxima
  - Coeficiente de saturación
  - Eflorescencia
  - Ensayo de resistencia a la comprensión
- d) Ensayos de pilas
- e) Ensayo de muretes

### 3.8 Procedimiento

a) Diseñar la unidad de albañilería

El modelo elaborado ha sido el producto de varias propuestas, que mostraremos a continuación:

- *Primer diseño; un ladrillo dentado hacia un lado.*

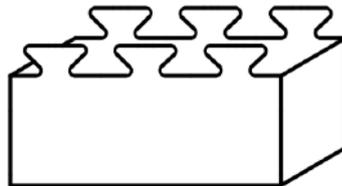


Figura 24: *Primer diseño propuesto de bloque*

Fuente: Elaboración propia

- *Segundo diseño; nuestro principal objetivo era el amarre tanto de manera lateral como vertical sin usar mortero.*

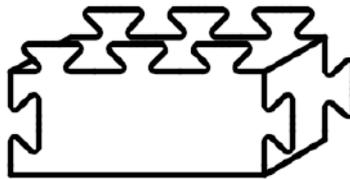


Figura 25: *Segundo diseño propuesto de bloque*

Fuente: Elaboración propia

- *Tercer diseño; manteniendo nuestro objetivo se decidió elaborar dos diseños: ladrillo interior y ladrillo exterior, este último, su parte lisa estaría en contacto con el sobrecimiento.*

#### **Ladrillo interior**

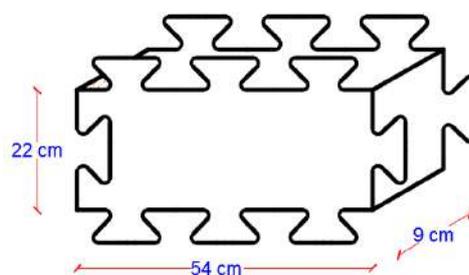


Figura 26: *Tercer diseño interior propuesto de bloque*

Fuente: Elaboración propia

### *Ladrillo exterior*

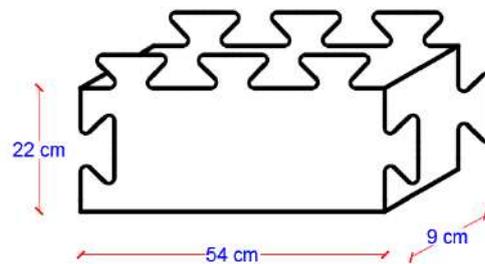


Figura 27: Tercer diseño exterior propuesto de bloque

Fuente: Elaboración propia

- *Cuarto diseño; se mantuvo el objetivo, pero se cambió lo siguiente:  
La protuberancia, de ser dentado fue cambiada a tener una sola en toda su longitud. Para que al desmoldar sea mucho más sencillo se cambió en los lados de protuberancia y en los lados huecos.  
Los bordes, el detalle angular sería complicado desmoldar y por la poca distancia entre “dientes”, sería inevitable su quiebre.  
Las medidas, considerábamos innovar la forma de un ladrillo y las medidas antiguas no cumplían con la definición de ladrillo de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (E-070).  
Por lo que, se consideró realizar un ladrillo de 23 cm de largo, 8 cm de alto y 13 cm ancho; tal y como se muestra en la figura 30.*

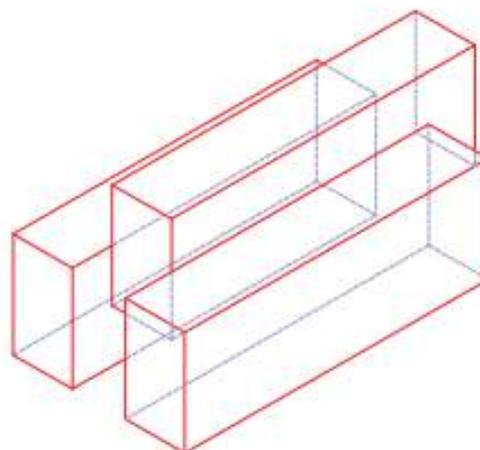


Figura 28: Cuarto diseño

Fuente: Elaboración propia

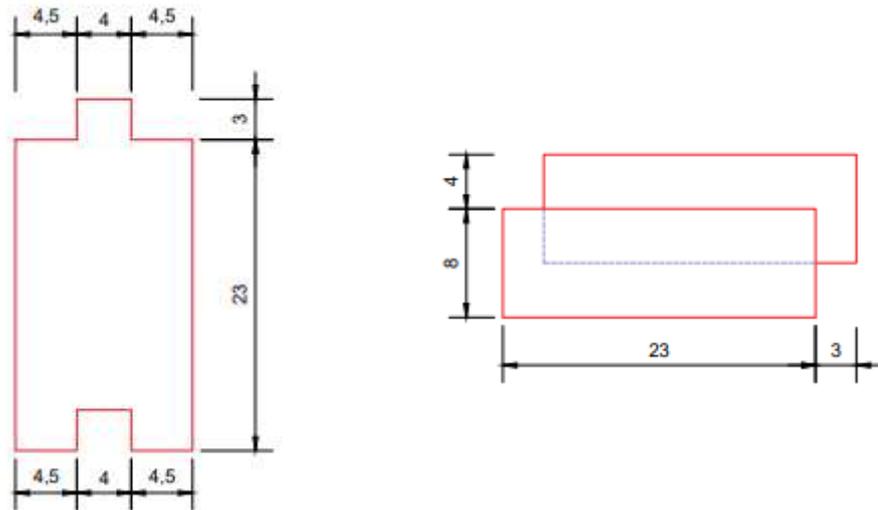


Figura 29: *Isometría del cuarto diseño*  
Fuente: Elaboración propia

b) Comprar y ensayar el agregado fino y confitillo

En el proceso de la elaboración de unidades de albañilería, los agregados tienen una principal participación.

El agregado fino se compró proveniente de la cantera “La Cumbre” y el confitillo, de la cantera “La Sorpresa”; luego se realizó los ensayos correspondientes.

c) Dosificación de ladrillo

Se realizó distintas dosificaciones para la elaboración de la unidad de albañilería, obteniendo la cantidad de materiales a utilizar:

Tabla 6.

Cantidad de material necesario para el diseño propuesto, dosificación 1:5:3

<i>MATERIALES</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>UNIDAD</i>
<i>Cemento</i>	837.20	gr
<i>Arena gruesa</i>	3640.79	gr
<i>Confitillo</i>	2311.11	gr
<i>Agua</i>	900.00	ml

Fuente: Elaboración propia



Tabla 7.

Cantidad de material necesario para el diseño propuesto, dosificación 1:6:4

<i>MATERIALES</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>UNIDAD</i>
<i>Cemento</i>	684.98	<i>gr</i>
<i>Arena gruesa</i>	3574.60	<i>gr</i>
<i>Confitillo</i>	2521.21	<i>gr</i>
<i>Agua</i>	900.00	<i>ml</i>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.

Cantidad de material necesario para el diseño propuesto, dosificación 1:8:4

<i>MATERIALES</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>UNIDAD</i>
<i>Cemento</i>	579.60	<i>gr</i>
<i>Arena gruesa</i>	4032.88	<i>gr</i>
<i>Confitillo</i>	2133.33	<i>gr</i>
<i>Agua</i>	900.00	<i>ml</i>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.

Cantidad de material necesario para el diseño propuesto, dosificación 1:8:6

<i>MATERIALES</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>UNIDAD</i>
<i>Cemento</i>	502.32	<i>gr</i>
<i>Arena gruesa</i>	3495.16	<i>gr</i>
<i>Confitillo</i>	2773.33	<i>gr</i>
<i>Agua</i>	900.00	<i>ml</i>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.

Cantidad de material necesario para el diseño propuesto, dosificación 1:9:7

<i>MATERIALES</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>UNIDAD</i>
<i>Cemento</i>	443.22	gr
<i>Arena gruesa</i>	3469.46	gr
<i>Confitillo</i>	2854.90	gr
<i>Agua</i>	900.00	ml

Fuente: Elaboración propia

d) Elaborar molde para el ladrillo

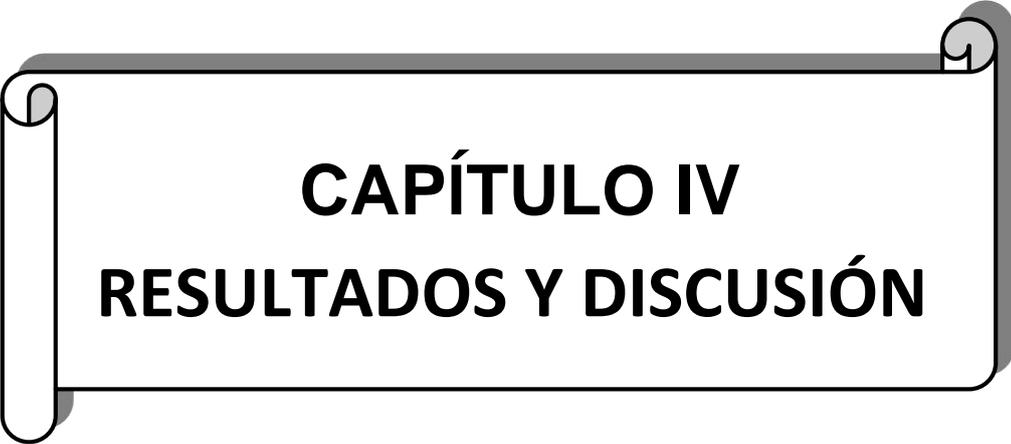
- Primero se utilizó un molde metálico, pero no desmoldaba bien. Se compró desmoldante y al utilizarlo sobre la superficie metálica se formó grumos de goma.
- Segundo se hizo uso de un molde de madera, aun así, no desmoldaba. Se echó también sobre su superficie el desmoldante; pero al querer separar la madera de la mezcla no se podía, por lo contrario, la mezcla se pegaba en la superficie.
- Por último, se hizo empleó un molde de madera y tecnopor. El tecnopor se utilizó en la parte hueca del ladrillo, para que al desmoldar la parte hueca repose sobre el tecnopor por 24 horas.

e) Preparar la mezcla para los ladrillos

La mezcla se realizó para cada dos ladrillos con un porcentaje de pérdida del 5%. Esta mezcla se vaciaba sobre el molde en tres capas; cada capa se vibrada hasta que en la superficie se visualice una película de agua, esto demoraba entre 8 a 10 segundos.

f) Secado de los ladrillos

Se desmoldaba el ladrillo sobre una pequeña capa de arena fina húmeda, después de 24 horas se echó agua con un rociador. Después de 28 días de secado, estuvieron listas para realizar los ensayos.



# **CAPÍTULO IV**

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**



## 4 Resultados y discusión

### 4.1 Análisis e interpretación de resultados

#### 4.1.1 Ensayos de agregados

##### A. Granulometría

##### a) AGREGADO FINO



Foto 1: *Ensayo de granulometría de arena gruesa*  
Fuente: Elaboración propia

##### - MUESTRA 1

Tabla 11.

Ensayo granulométrico de arena gruesa muestra 1

TAMAÑOS	PESO RETENIDO	% PARCIAL	% ACUMULADO	% PASA
#4	116	4.2667	4.2667	95.7333
N°8	223	7.8333	12.1000	87.9000
N°16	384	13.2000	25.3000	74.7000
N°30	606	20.6000	45.9000	54.1000
N°50	740	25.0667	70.9667	29.0333
N°100	669	22.7000	93.6667	6.3333
N°200	164	5.8667	99.5333	0.4667
Cazoleta	14	0.4667	100.0000	0.0000
	2916 gr			

Fuente: Elaboración propia

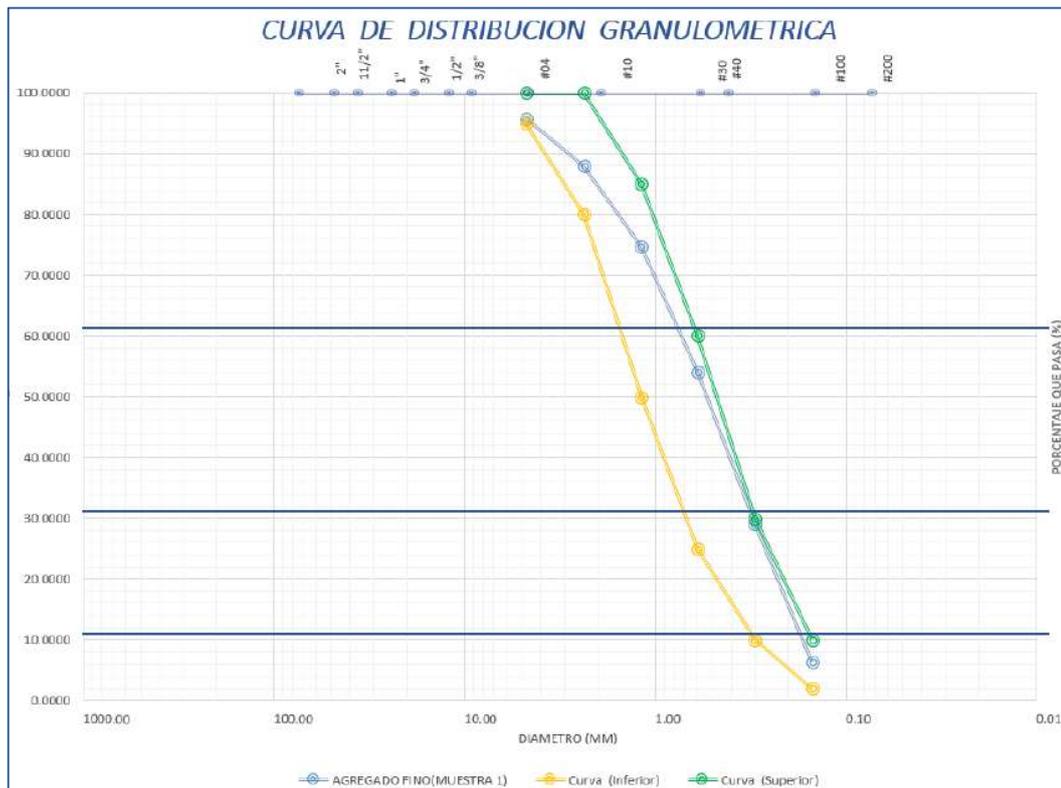


Figura 30: Curva granulométrica de arena gruesa muestra 1

Fuente: Elaboración propia

## – MUESTRA 2

Tabla 12.

Ensayo granulométrico de arena gruesa muestra 2

TAMAÑOS	PESO RETENIDO	% PARCIAL	% ACUMULADO	% PASA
#4	95	3.9657	3.9657	96.0343
N°8	178	7.2857	11.2514	88.7486
N°16	342	13.8457	25.0971	74.9029
N°30	503	20.2857	45.3829	54.6171
N°50	629	25.3257	70.7086	29.2914
N°100	567	22.8457	93.5543	6.4457
N°200	145	5.9657	99.5200	0.4800
Cazoleta	12	0.4800	100.0000	0.0000
	2471 gr			

Fuente: Elaboración propia

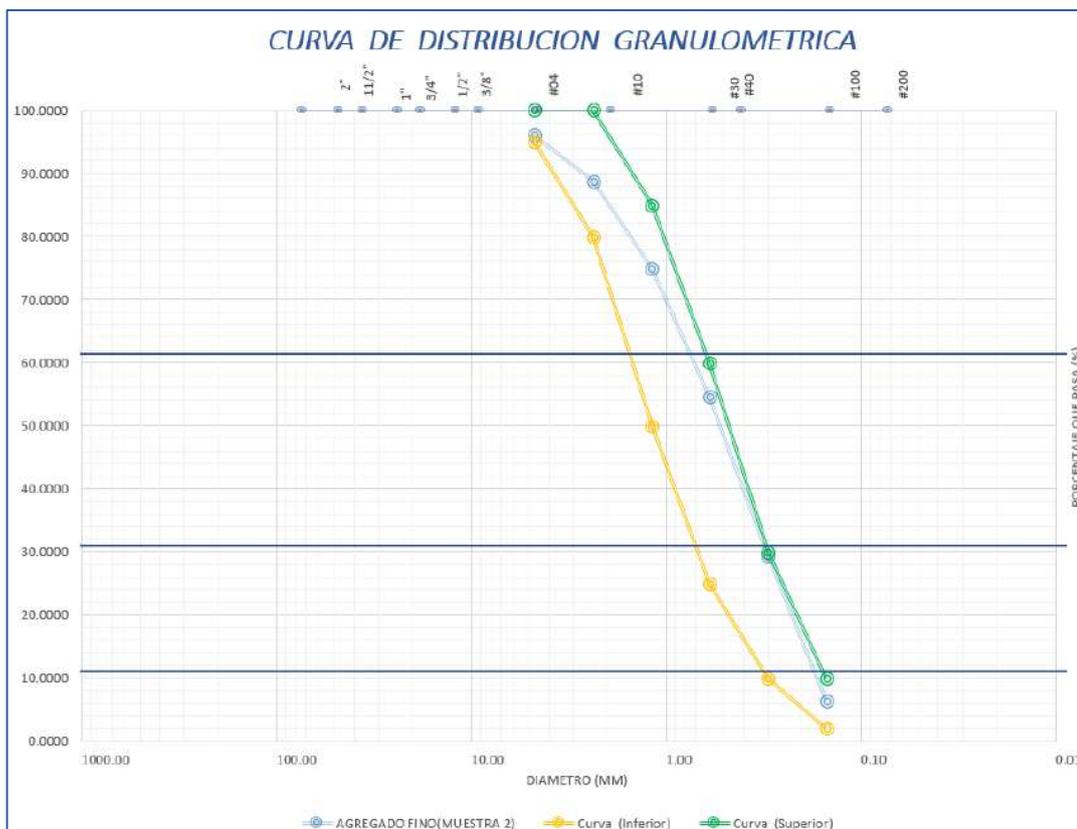


Figura 31: Curva granulométrica de arena gruesa muestra 2  
Fuente: Elaboración propia

– MUESTRA 3

Tabla 13.

Ensayo granulométrico de arena gruesa muestra 3

TAMAÑOS	PESO RETENIDO	% PARCIAL	% ACUMULADO	% PASA
#4	82	4.1643	4.1643	95.8357
N°8	154	7.7643	11.9286	88.0714
N°16	281	14.1143	26.0429	73.9571
N°30	434	21.7643	47.8071	52.1929
N°50	457	22.9143	70.7214	29.2786
N°100	448	22.4643	93.1857	6.8143
N°200	124	6.2643	99.4500	0.5500
Cazoleta	11	0.5500	100.0000	0.0000
1991 gr				

Fuente: Elaboración propia

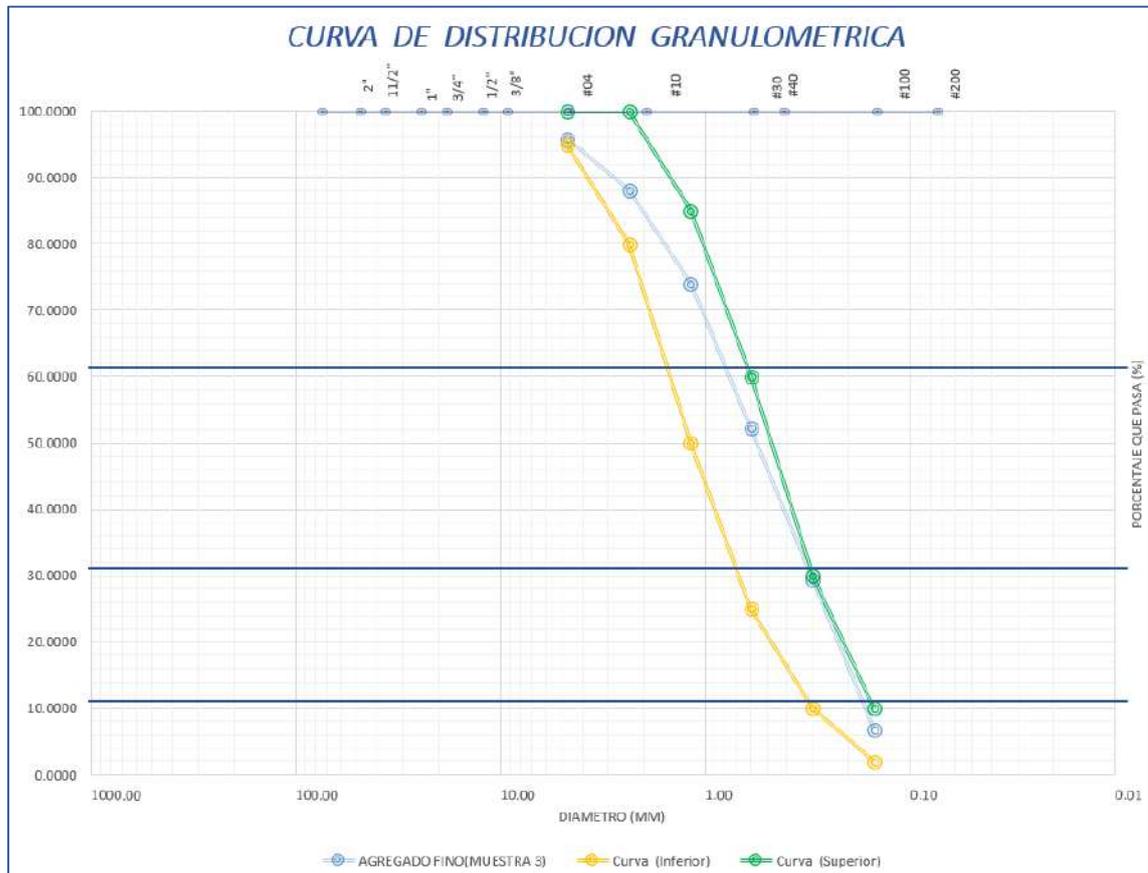


Figura 32: Curva granulométrica de arena gruesa muestra 3  
Fuente: Elaboración propia

**INTERPRETACIÓN:**

De acuerdo a los ensayos de granulometría del agregado fino se obtiene un módulo de fineza igual 2.52, la cual está dentro del intervalo normales de 2.5 a 3 del MF. Sin embargo, se pasó por la malla #4 antes de utilizar en la mezcla para evitar agregados de mayor tamaño.

b) AGREGADO GRUESO (CONFITILLO)



Foto 2: *Ensayo de granulometría de confitillo*  
Fuente: Elaboración propia

- MUESTRA 1

Tabla 14.  
Ensayo granulométrico de confitillo muestra 1

<b>TAMAÑO</b>	<b>PESO RETENIDO</b>	<b>% PARCIAL</b>	<b>% ACUMULADO</b>	<b>% PASA</b>
#3/8"	12	0.425	0.4250	99.5750
N°4	912	30.425	30.8500	69.1500
N°8	1764	58.825	89.6750	10.3250
N°16	240	8.025	97.7000	2.3000
Cazoleta	69	2.300	100.0000	0.0000
	2997gr			

Fuente: Elaboración propia

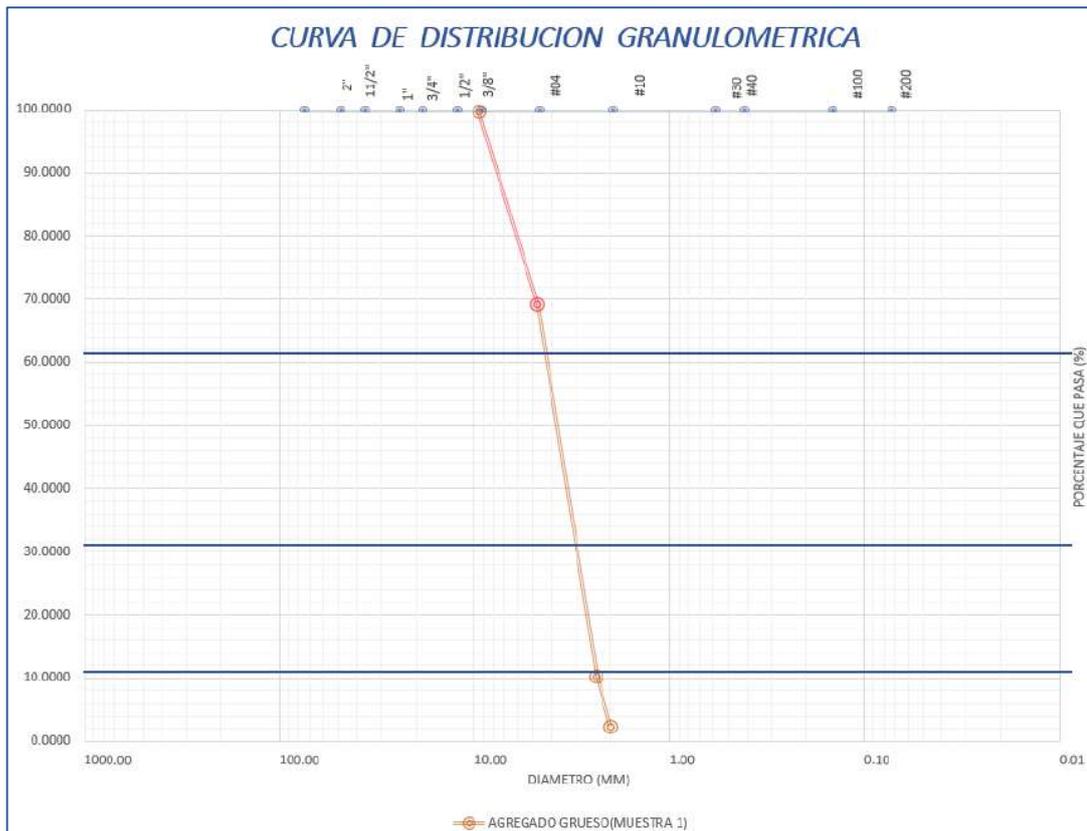


Figura 33: Curva granulométrica de confitillo muestra 1  
 Fuente: Elaboración propia

– MUESTRA 2

Tabla 15.

Ensayo granulométrico de confitillo muestra 2

TAMAÑOS	PESO RETENIDO	% PARCIAL	% ACUMULADO	% PASA
#1/2"	3	0.176	0.1760	99.8240
#3/8"	5	0.256	0.4320	99.5680
N°4	815	32.656	33.0880	66.9120
N°8	1503	60.176	93.2640	6.7360
N°16	143	5.776	99.0400	0.9600
Cazoleta	24	0.960	100.0000	0.0000
2493 gr				

Fuente: Elaboración propia

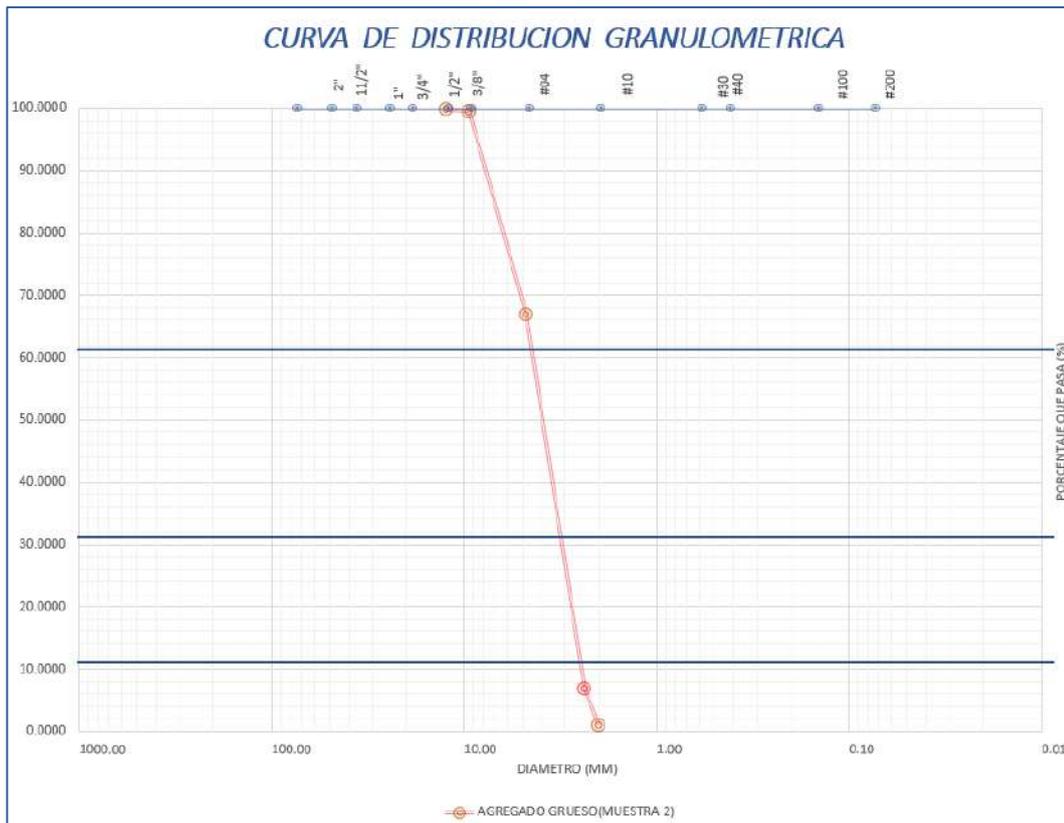


Figura 34: Curva granulométrica de confitillo muestra 2  
Fuente: Elaboración propia

– MUESTRA 3

Tabla 16.  
Ensayo granulométrico de confitillo muestra 3

TAMAÑOS	PESO RETENIDO	% PARCIAL	% ACUMULADO	% PASA
#1/2"	4	0.250	0.2500	99.7500
#3/8"	12	0.650	0.9000	99.1000
N°4	593	29.700	30.6000	69.4000
N°8	1213	60.700	91.3000	8.7000
N°16	147	7.400	98.7000	1.3000
Cazoleta	26	1.300	100.0000	0.0000
1995 gr				

Fuente: Elaboración propia



## **B. Peso unitario**

### a) ARENA – PESO SUELTO



Foto 3: *Ensayo de arena gruesa de peso unitario suelto*  
Fuente: Elaboración propia

### **Muestras :**

$$M1 = 0.0016 \text{ kg/cm}^3$$

$$M2 = 0.0016 \text{ kg/cm}^3$$

$$M3 = 0.0016 \text{ kg/cm}^3$$

$$M4 = 0.0015 \text{ kg/cm}^3$$

$$M5 = 0.0015 \text{ kg/cm}^3$$

### **INTERPRETACIÓN:**

Según los ensayos anteriores, el peso específico de la arena gruesa es de  $0.00156 \text{ kg/cm}^3$ , la cual cumple con la Norma NTP N° 400.017 que indica que el intervalo es de  $1400 \text{ kg/m}^3 - 1600 \text{ kg/m}^3$ ,

## b) CONFITILLO – PESO SUELTO



Foto 4: *Ensayo de confitillo de peso unitario suelto*

Fuente: Elaboración propia

### ***Muestras :***

$$M1 = 0.0014 \text{ kg/cm}^3$$

$$M2 = 0.0014 \text{ kg/cm}^3$$

$$M3 = 0.0015 \text{ kg/cm}^3$$

$$M4 = 0.0015 \text{ kg/cm}^3$$

$$M5 = 0.0015 \text{ kg/cm}^3$$

### ***INTERPRETACIÓN:***

Según los ensayos anteriores, el peso específico suelto del confitillo es de  $0.00146 \text{ kg/cm}^3$ , la cual cumple con la Norma NTP N° 400.017 que indica que el intervalo es de  $1400 \text{ kg/m}^3 - 1600 \text{ kg/m}^3$ ,

### c) CONFITILLO – PESO COMPACTO



Foto 5: *Ensayo de confitillo de peso unitario compacto*

Fuente: Elaboración propia

#### **Muestras :**

$$M1 = 0.0016 \text{ kg/cm}^3$$

$$M2 = 0.0015 \text{ kg/cm}^3$$

$$M3 = 0.0016 \text{ kg/cm}^3$$

$$M4 = 0.0016 \text{ kg/cm}^3$$

$$M5 = 0.0016 \text{ kg/cm}^3$$

#### **INTERPRETACIÓN:**

Según los ensayos anteriores, el peso específico compactado del confitillo es de  $0.00158 \text{ kg/cm}^3$ , la cual cumple con la Norma NTP N° 400.017 que indica que el intervalo es de  $1500 \text{ kg/m}^3 - 1700 \text{ kg/m}^3$ ,

### C. Contenido de humedad



Foto 6: *Ensayo de contenido de humedad*  
Fuente: Elaboración propia

#### a) AGREGADO FINO

Tabla 17.

Ensayo contenido de humedad de arena gruesa

TARAS	% HUMEDAD
T-1	0.47 %
T-2	0.48 %
T-3	0.47 %

Fuente: Elaboración propia

### **INTERPRETACIÓN:**

Según los ensayos anteriores, el agregado fino tiene un 0.47% de contenido de humedad.



b) CONFITILLO

Tabla 18.

Ensayo contenido de humedad de confitillo.

<i>TARAS</i>	<i>% HUMEDAD</i>
T-1	0.22 %
T-2	0.22 %
T-3	0.23 %

Fuente: Elaboración propia

***INTERPRETACIÓN:***

Según los ensayos anteriores, el confitillo tiene un 0.22% de contenido de humedad.

#### D. Contenido de absorción



Foto 7: Ensayo de contenido de absorción de arena gruesa  
Fuente: Elaboración propia

#### a) AGREGADO FINO

Tabla 19.

Ensayo contenido de absorción de agregado fino.

TARAS	% HUMEDAD
T-1	0.91 %
T-2	0.70 %
T-3	0.84 %

Fuente: Elaboración propia

#### **INTERPRETACIÓN:**

Según los ensayos anteriores, el agregado fino tiene en un promedio de 0.82% de absorción.



Foto 8: *Ensayo de contenido de absorción de confitillo*  
Fuente: Elaboración propia

## b) CONFITILLO

Tabla 20.

Ensayo contenido de absorción de confitillo

<b>TARAS</b>	<b>% HUMEDAD</b>
T-1	2.16 %
T-2	2.40 %
T-3	2.30 %

Fuente: Elaboración propia

### ***INTERPRETACIÓN:***

Según los ensayos anteriores, el confitillo tiene en un promedio de 2.29% de absorción.

### ***E. Peso específico***

#### **a) ARENA**



Foto 9: *Ensayo de peso específico de arena gruesa*  
Fuente: Elaboración propia

$$PESO ESPECÍFICO = 2739.73 \text{ kg / m}^3$$

#### **b) CONFITILLO**



Foto 10: *Ensayo de peso específico de confitillo*  
Fuente: Elaboración propia

$$PESO ESPECÍFICO = 2898.55 \text{ kg / m}^3$$

#### 4.1.2 Ensayos de unidad de albañilería

##### A. Alabeo

*NOTA: No se pudo realizar debido a la geometría de la unidad de albañilería.*



Foto 11: *Herramientas a utilizar para el alabeo*

Fuente: Elaboración propia



Foto 12: *Ensayo de alabeo*

Fuente: Elaboración propia

## B. Variación dimensional



Foto 13: *Ensayo de variación dimensional del cuerpo del ladrillo*  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 21.

Ensayo de variación dimensional del cuerpo de ladrillo tipo lego

### CUERPO

N°	LARGO(%)	ANCHO(%)	ALTO(%)
L-1	0.87	0.00	0.00
L-2	1.30	0.00	1.25
L-3	1.30	0.00	1.25

Fuente: Elaboración propia



Foto 14: *Ensayo de variación dimensional de la protuberancia del ladrillo*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22.

*Ensayo de variación dimensional de la protuberancia de ladrillo tipo lego*

**PROTUBERANCIA**

N°	LARGO(%)	ANCHO(%)	ALTO(%)
L-1	0.87	3.95	<b>2.63</b>
L-2	1.30	2.63	<b>2.63</b>
L-3	1.30	0.00	<b>5.26</b>

Fuente: Elaboración propia



Foto 15: *Ensayo de variación dimensional del canal del ladrillo*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23.

Ensayo de variación dimensional del canal de ladrillo tipo lego

**CANAL**

N°	LARGO(%)	ANCHO(%)	ALTO(%)
L-1	0.77	2.50	<b>2.50</b>
L-2	1.15	2.50	<b>0.00</b>
L-3	1.15	5.00	<b>2.50</b>

Fuente: Elaboración propia

**INTERPRETACIÓN:**

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones E-070, la variación dimensional máxima debe ser un 6%; y la Norma Técnica Peruana 399.601 dice que las dimensiones del ladrillo no deben de diferir por más de  $\pm 3.2\text{mm}$  de las dimensiones especificadas por el fabricante.

Se registra en todos los ensayos (cuerpo, protuberancia y canal) que el porcentaje mayor de variación es de 5.26% y de 2mm en la protuberancia del ladrillo (L-3).

### C. Densidad



Foto 16: *Ensayo de densidad*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24.

Ensayo de densidad del ladrillo tipo lego

LADRILLO	DENSIDAD
L-1	1.576
L-2	1.580

Fuente: Elaboración propia

### **INTERPRETACIÓN:**

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones E-070, la densidad debe ser de  $1.50 \text{ gr/cm}^3$ .

En los ensayos se registra un promedio.  $1.578 \text{ gr/cm}^3$ .

#### D. Succión con peso natural



Foto 17: *Ensayo de succión con peso natural*  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 25.

Ensayo de succión con peso natural del ladrillo tipo lego

<i>LADRILLO</i>	<i>SUCCIÓN</i>
L-1	108.05
L-2	108.36
L-3	103.71

Fuente: Elaboración propia

#### **INTERPRETACIÓN:**

De acuerdo a los ensayos se registra una succión promedio con peso natural igual a  $106.71 \text{ gr} / 200 \text{ cm}^3 \times \text{min}$



### ***E. Succión con peso seco***

Tabla 26.

*Ensayo de succión con peso seco del ladrillo tipo lego*

<b>LADRILLO</b>	<b>SUCCIÓN</b>
L-1	36.29
L-2	35.75
L-3	36.91

Fuente: Elaboración propia

### ***INTERPRETACIÓN:***

De acuerdo a los ensayos se registra una succión promedio con peso natural igual a  $36.31 \text{ gr} / 200 \text{ cm}^3 \times \text{min}$ .

### F. Absorción



Foto 18: *Ensayo de absorción*  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 27.

*Ensayo de absorción del ladrillo tipo lego*

<b>LADRILLO</b>	<b>ABSORCIÓN</b>
L-1	8.155
L-2	8.245
L-3	8.508
L-4	8.804
L-5	8.712

Fuente: Elaboración propia

### **INTERPRETACIÓN:**

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones E-070, para tipo I no registra límite en porcentaje para la absorción.

En los ensayos se registra una absorción en promedio de 8.48%.

### G. Absorción máxima



Foto 19: *Ensayo de absorción máxima*  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 28.

Ensayo de absorción máxima del ladrillo tipo lego

LADRILLO	ABSORCIÓN MAX
L-1	8.953
L-2	8.849
L-3	8.696

Fuente: Elaboración propia

### **INTERPRETACIÓN:**

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones E-070, para tipo I no registra porcentaje para la absorción máxima.

En los ensayos se registra una absorción máxima en promedio de 8.832%.

## H. Coeficiente de saturación

Tabla 29.

Ensayo de coeficiente de saturación del ladrillo tipo lego

LADRILLO	COEF SAT
L-1	0.983
L-2	0.985
L-3	0.978

Fuente: Elaboración propia

### INTERPRETACIÓN:

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones E-070, para tipo I no registra límite en porcentaje para el coeficiente de saturación.

En los ensayos se registra un coeficiente de saturación en promedio de 0.982.

## I. Eflorescencia



Foto 20: Ensayo de eflorescencia

Fuente: Elaboración propia

### INTERPRETACIÓN:

El ensayo se realizó en una bandeja con agua de 25mm, entre ellos con distancia de 5 cm, y después de 7 días no se visualizaron ninguna alteración.

### J. Ensayo de resistencia a la compresión



Foto 21: *Ensayo de resistencia a la compresión*  
Fuente: Elaboración propia



Tabla 30.

Resultado de resistencia del ladrillo tipo lego

<b>N° DE LADRILLOS</b>	<b>PESO (gr)</b>	<b>F'c (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
01	5,409.80	43
02	5,410.80	44
03	5,407.10	42
04	5,436.90	45
05	4,942.40	39
06	4,751.10	36
07	5,561.10	46
08	5,042.10	40
09	4,896.60	38
10	4,815.00	37
11	4,836.40	38
12	5,113.90	40
13	5,530.00	32
14	4,863.50	37
15	4,824.50	36
16	4,902.00	38
17	4,844.00	37
18	4,897.50	38
19	4,974.00	39
20	5,388.60	41
21	5,596.80	46
22	4,932.70	39
23	5,520.30	45
24	5,184.50	41
25	4,903.60	39
26	5,359.00	40
27	5,522.10	45
28	5,356.80	43
29	5,405.90	44
30	5,365.20	43

Fuente: Elaboración propia

Resistencia promedio =  $40.37 \text{ kg/cm}^2$

Desviación estándar promedio = 3.48

Valor máximo =  $46 \text{ kg/cm}^2$

Valor mínimo =  $32 \text{ kg/cm}^2$

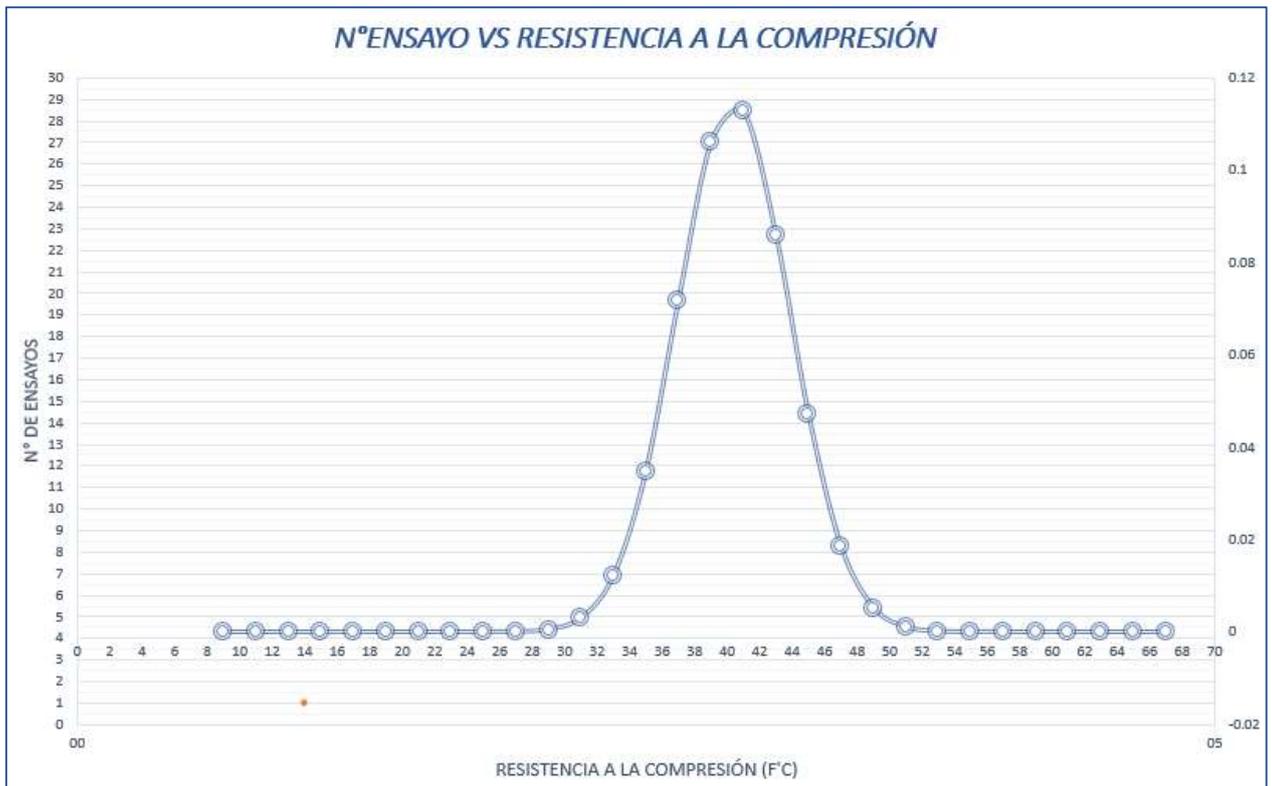


Figura 36: *Campana de Gauss*

Fuente: Elaboración propia

### 4.1.3 Ensayos de pilas



Foto 22: Ensayo de pilas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31.

Ensayo de pilas del ladrillo tipo lego

MURO	DIMENSIONES (cm)			AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	COMPRESIÓN PILAS (kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTO		
P-1	23	13	25	299	8.1
P-2	23	13	25	299	11.3
P-3	23	13	25	299	12.4

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.4 Ensayos de muretes



Foto 23: *Ensayo de murete*  
 Fuente: Elaboración propia

Tabla 32.  
 Ensayo de muretes del ladrillo tipo lego

<i>MURO</i>	<i>COMPRESIÓN DIAGONAL (kg/cm<sup>2</sup>)</i>
M-1	1.3
M-2	2.1

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Discusión

- En el trabajo de investigación del arquitecto Oscar Andrés Méndez en Colombia, cuya investigación lleva por título: “ladrillos lego de plástico” concluye que sus unidades de albañilería son 30% más barato, es apto para viviendas elaboradas totalmente de plástico de los vertederos (incluido columnas). Además, el arquitecto Andrés sostuvo que una casa de 40 metros cuadrados se puede construir con 4 personas sin experiencia y en 5 días. En la presente investigación el costo de cada unidad es 0.60 soles, sin embargo, reduce más o menos un 50% respecto al levantamiento de cada muro por ser autoajustables. El uso de los ladrillos lego en levantamiento de muro, tiene un rendimiento de 34.56 m<sup>2</sup>/día o 86.40 m<sup>2</sup>/día dependiendo de la experiencia nula o media en construcción.
- En el trabajo de investigación de Aldo Castillo Parra y Blanca Muradas Cedillo en México, cuya investigación lleva por título: “ecoladrillos lego” concluye que sus unidades de albañilería permiten aumentar la velocidad de trabajo y reducir costos al construir viviendas, están elaborados de un tipo de suelo volcánico con alto contenido de arcilla y poseen dos orificios en su interior para introducir cables de internet, teléfono, eléctricos y tuberías de las viviendas. En la presente investigación se ha llegado a concluir que una persona de experiencia nula en construcción, cuando hace uso del ladrillo tipo lego tienen un rendimiento de 34.56 m<sup>2</sup>/día para levantar un muro de soga, se reduce sus costos al no usar mortero y no necesitar mano calificada. La materia prima del ladrillo tipo lego es de confitillo, arena gruesa y cemento; además, no tiene orificios internos.
- En el trabajo de investigación de Víctor y Andrés Velásquez, quiénes forman parte de la empresa PCA en Colombia, cuya investigación lleva por título: “ladrillos autoajustables” concluye que construyen viviendas económicas con ladrillos que no requieren cemento y son resistentes a los sismos, además tardan en levantar un lote de 36 m<sup>2</sup> en 5 días sin necesidad de usar mano de obra calificada y el precio del metro cuadrado oscila entre 320 y 530 dólares dependiendo de las condiciones de terreno. En la presente investigación, se concluyó que las unidades son aptas para el levantamiento de muros no portantes en viviendas económicas, sin usar algún aditivo para que los ladrillos se fijen entre sí. Un joven con experiencia media levantó un muro y se determinó que tiene un rendimiento de 86.40 m<sup>2</sup> por



- día; se determinó que levantar un muro de ladrillo tipo lego 23 x 13 x 8 de soga, considerando un muro de más de 4.00 m de largo costará 48.41 soles / m<sup>2</sup>.
- En el trabajo de investigación de Jesús Meza López egresado de la facultad de ingeniería civil de la Universidad Nacional del Centro del Perú de la ciudad de Huancayo, cuya investigación lleva por título: “Ladrillos resistentes a lluvias e inundaciones” concluye que sus unidades de albañilería son hechas como un nuevo material resistente a la lluvia e inundaciones para la construcción de viviendas , estos ladrillos tienen como materia prima tierra arcillosa y arenosa extraída del distrito de Chongos, son elaboradas a una presión de 6 toneladas y tienen un precio por unidad que oscila entre 80 y 90 céntimos. En la presente investigación se realizó las unidades de uso sencillo y con un precio accesible para todo sector económico para levantar un muro no portante, el ladrillo tipo lego está hecho a base de agregado grueso y confitillo, provenientes del distrito de Nepeña y Chimbote respectivamente; ha sido elaborado en una mesa vibratoria y tienen un costo de producción de 54 céntimos. También se realizó el ensayo de eflorescencia y no se visualizó alteración alguna, por lo que, de acuerdo al RNE la unidad es aceptada y apta para el uso de la construcción.
  - En el trabajo de investigación de funcionarios de la municipalidad distrital de El Tambo de la ciudad de Huancayo, cuya investigación lleva por título: “ladrillos ecológicos antisísmicos” concluye que sus unidades de albañilería tienen un costo de producción de 42 céntimos por unidad, su materia prima es el envase plástico que proviene del residuo sólido diario de su distrito, por su forma construirán viviendas para personas con bajos recursos y si a los ladrillos se pone una varilla metálica acompañado de cemento con arena tendrá un amarre más consistente . En la presente investigación el costo de producción del ladrillo tipo lego de dosificación 1:8:4 es de 54 céntimos, cada unidad está elaborado con proporciones de confitillo, arena gruesa y cemento más 900 mililitros de agua y por su forma se puede construir muros no portantes de manera sencilla y rápida, sin usar mortero o algún material adicional, incluso los mismos propietarios pueden levantar su muro sin necesidad de tener experiencia en construcción. Además, los ladrillos tipo lego son desmontables; es decir, una tabiquería se puede desarmar y con los mismos ladrillos armarlo en otro lugar.



– Se realizó las siguientes comparaciones, respecto a:

○ Costo

	ARTESANAL	INDUSTRIAL	LEGO	
	MACIZO	PANDERETA	1:9:3	1:8:4
Precio unitario:	S/. 0.50	S/. 0.92	S/. 0.55	S/. 0.60
Precio por m <sup>2</sup> :				
Sin mano calificada			S/. 34.87	S/. 37.77
Experiencia media			S/. 45.51	S/. 48.41
Experiencia nula			S/. 50.31	S/. 53.21
Mano calificada	S/. 95.93	S/. 108.15		
Precio para tabiquería de 4.50m x 2.50m:				
Sin mano calificada			S/. 392.29	S/. 424.91
Experiencia media			S/. 510.86	S/. 544.61
Experiencia nula			S/. 565.99	S/. 598.61
Mano calificada	S/. 1079.21*	S/. 1216.69		
	S/. 1380.15**	S/. 1517.63		

(\*) Se consideró el tarrajeo por un lado.

(\*\*) Se consideró el tarrajeo por ambos lados.

○ Calidad

	ARTESANAL	INDUSTRIAL	LEGO
	MACIZO***	PANDERETA	
Dimensiones:	25 x 15 x 10	23 x 11 x 9	23 x 13 x 8
Uso:	Tabiquería	Tabiquería	Tabiquería
Rendimiento :	32 und / m <sup>2</sup>	38 und / m <sup>2</sup>	54 und / m <sup>2</sup>
Materia prima:	Concreto	Arcilla	Concreto
Alabeo	0.49 mm	2 mm	No determina
Absorción máxima:	14.59%	≤ 18%	Promedio = 8.83%
Resistencia a la compresión:	48.25 kg/cm <sup>2</sup>	25 kg/cm <sup>2</sup>	46 kg/cm <sup>2</sup>
Eflorescencia:	No determina	No presenta	No presenta
Aparejo	1.5 cm	1.5 cm	No necesita

(\*\*\*) Resultados de tesis realizada por César Cubas Luna.

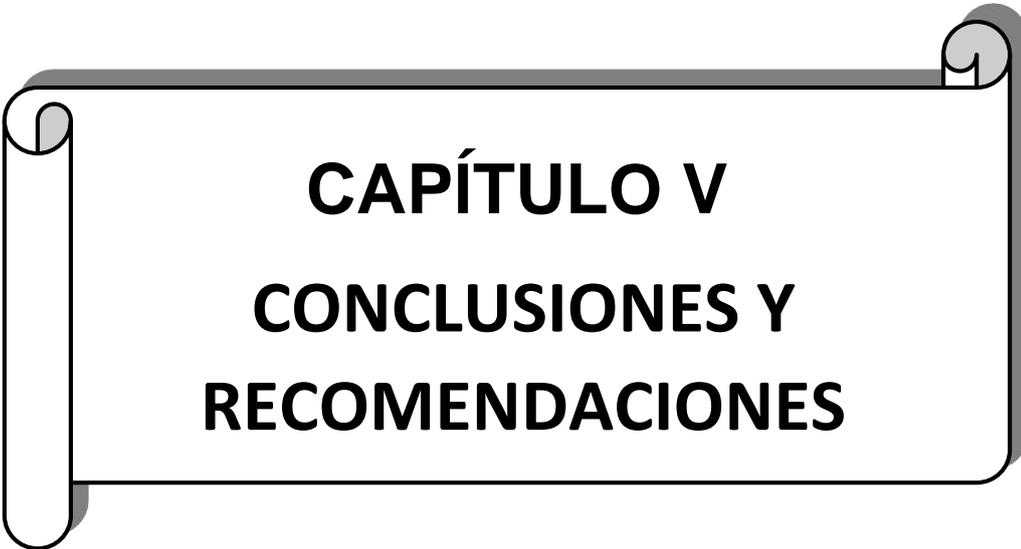


- Con las siguientes comparaciones de un muro de triplay, madera machihembrado y ladrillo lego; podemos darnos cuenta que el precio es accesible a todo sector económico puesto que el costo no varía mucho y se tendría una construcción de mayor duración.

	TRIPLAY		MADERA MACHICHEMBRADO	LEGO	
	3mm	4 mm		1:9:3	1:8:4
Precio unitario:	S/. 23.90	S/. 28.90		S/. 0.55	S/. 0.60
Precio por m:			Altura máxima 2.10 m	Altura máxima 2.10 m	
Sin mano calificada				S/. 73.23	S/. 79.32
Experiencia media				S/. 95.57	S/. 101.66
Experiencia nula				S/. 105.65	S/. 111.74
Mano calificada	S/. 54.90	S/. 59.90	S/. 80.00		

Se debe tener en cuenta que:

- En el precio del triplay se ha considerado una plancha de triplay, palos para sostenerlo, clavos, herramientas manuales y una persona que tiene la habilidad de realizar los paneles.
- Se recomienda que asientes la casa de madera machihembrada sobre dos o más hiladas de ladrillos, para evitar que se moje y se pudra. También, cada cierto tiempo se tiene que realizar una curación (echar un antipolillas).



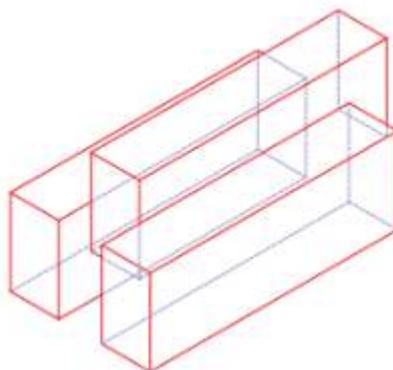
**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y**  
**RECOMENDACIONES**



## 5 Conclusiones y recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

- ✓ Es factible la elaboración de ladrillos tipo lego con la dosificación 1:8:4, la cual luego de haberse realizado todos los ensayos clasificatorios y no clasificatorios pertinentes notamos que estos no cumplen con la norma E-070 en cuanto a su resistencia a la compresión, por lo que se deberá modificar la hipótesis, siendo la nueva hipótesis: Si se elabora un diseño de unidad de albañilería lego entonces se construirá muros no portantes y tabiquerías en viviendas económicas en Nuevo Chimbote.
- ✓ Es viable e innovadora la forma geométrica del ladrillo tipo lego, porque independientemente del género o experiencia en la construcción es sencillo ensamblar un muro sin usar mortero o algún aditivo. La razón principal es su diseño, en vertical la protuberancia de un ladrillo encaja en el canal de otro; lo mismo sucede en los costados en la misma hilera, el ladrillo puesto termina con una protuberancia y el siguiente ladrillo que será colocado empieza con un canal donde ambos encajan perfectamente. A continuación, la imagen del ladrillo lego:



- ✓ Es posible construir muros no portantes con ladrillos tipo lego reduciendo su costo hasta en un 60% por metro cuadrado, puesto que, si levantamos un muro de soga con un ladrillo de 23 x 13 x 9cm, junta de 1.5 cm y más de 4.00 m de largo costaría 69.18 soles/m<sup>2</sup> más el tarrajeo 26.75 soles/m<sup>2</sup>, por lo que el costo final con mano calificada es igual a 95.93 soles/m<sup>2</sup>. De lo contrario, personas que no se dedican a la construcción y que no tienen experiencia en este campo pueden levantar un muro con ladrillos lego con un costo de 37.77 soles/m<sup>2</sup>.



- ✓ Se puede levantar un muro en toda su altura en el mismo día, exceptuando lo que dice el RNE E-0.70: No debe levantarse más de 1.30 en una jornada laboral. El reglamento hace referencia a esta altura como máximo porque el muro al usar mortero entre ladrillos, se aplastaría por su propio peso y tendríamos muros desalineados. Consecuentemente con los ladrillos lego, al no usar mortero, se terminaría la construcción en menos tiempo.
- ✓ Cada ladrillo lego está elaborado con cemento, arena gruesa y confitillo más 900 mililitros, con una dosificación de 1:8:4 costaría 0.60 soles, y si fuera un ladrillo lego con una dosificación 1:9:3 costaría 0.55 soles; siendo cualquiera de los dos precios accesibles a todo sector económico. Se tiene que tener en cuenta que, al no usar mortero, en lo que respecta a materiales se compraría menos arena y menos cemento. En efecto, esto último reduciría costos en la construcción de una vivienda.
- ✓ El costo de muros de ladrillos lego no portantes de una vivienda se reduce más o menos un 50% respecto al levantamiento de cada muro con ladrillo convencional de 4.50 m x 2.50 m, teniendo en consideración que quién levante el muro tenga mano calificada. A continuación, los precios de muros por tipos de ladrillos:  
Precio de un muro con ladrillo convencional: S/. 1079.21  
Precio de un muro con ladrillo lego 1:8:4: S/. 544.61  
Precio de un muro con ladrillo lego 1:9:3: S/. 510.86
- ✓ Es realizable levantar muros no portantes en menos tiempo con ladrillos tipo lego de dosificación 1:8:4; si comparamos los rendimientos de una persona vs experiencia vs tipo de ladrillo: tenemos que, usando el ladrillo lego una persona sin experiencia en construcción tiene un rendimiento de 34.56 m<sup>2</sup>/día, de lo contrario, una persona con experiencia usando un ladrillo convencional realiza 8.97 m<sup>2</sup>/día. En conclusión, tenemos un rendimiento 285% más que el uso del ladrillo convencional.  
  
En el caso que una persona con experiencia media en construcción, usando el ladrillo tipo lego, levante un muro tiene un rendimiento de 86.40 m<sup>2</sup>/día. Por lo que, tendríamos un rendimiento de 863% mayor que al usar un ladrillo convencional.



## 5.2 Recomendaciones

- ✓ Incrementar en las dosificaciones el cemento para obtener mayor resistencia, sin embargo, mantener la arena y el confitillo para seguir obteniendo un ladrillo con un buen acabado.
- ✓ Elaborar la unidad en un molde de madera, utilizando tecnopor en la base y dentro del canal del ladrillo.
- ✓ Elaborar el molde del ladrillo de modo que en el resultado la protuberancia del ladrillo encaje en el canal, tener en cuenta que en su etapa de secado el ladrillo se “expande”.
- ✓ Experimentar la elaboración por presión y, tal vez, cambiar la materia prima por arcilla para ver su comportamiento.
- ✓ Al levantar un muro, los ladrillos de la segunda hilada deben recaer sobre la mitad de dos ladrillos de la primera hilada.
- ✓ Realizar evaluaciones de carácter técnico en este tipo de unidad de albañilería para ser sometidos a eventos adversos, como temblores y terremotos. También sobre la vida útil que debe tener.



**CAPÍTULO VI**  
**REFERENCIAS**  
**BIBLIOGRÁFICAS**





## 6.1 Referencias bibliográficas

Abanto, F. (2007). Análisis y diseño de edificaciones de albañilería (Segunda edición). Lima, Perú: San Marcos.

Cubas, C. (2017). *Determinación de las propiedades físico-mecánicas de ladrillos de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Cutervo (tesis pregrado)*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Gallegos, H. (2005). Albañilería estructural (Tercera edición). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Neufert, E. (1995). Arte de proyectar en arquitectura (Segunda edición). Madrid, España: Gustavo Gili S.A..

Normas ITINTEC. (1978) Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/read/13236728/norma-itintec-331017-ladrillos-ital>.

Normas NTP (2004). Recuperado de <https://es.scribd.com/document/287176731/NTP-399-621-1-pdf>

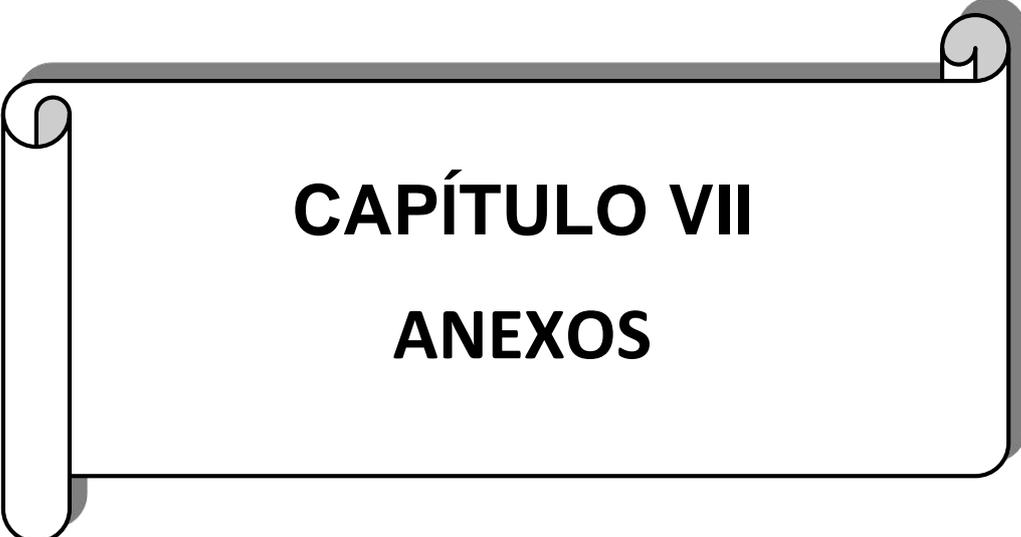
Reglamento Nacional de edificaciones. (2012). Recuperado de <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

San Bartolomé, A. (2001). Construcciones de albañilería (Tercera edición). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

San Bartolomé, A.(2011). Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería (Primera edición). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Velásquez, R. (2013). Elaboración de ladrillo ecológico tipo lego, con PET triturado, arcilla, limo, para usarse en el área de la construcción de viviendas. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/51352884/ladrillo-LEGO>

Zohar, R. (2014). Kite bricks a new way to build. Recuperado de <http://kitebricks.com/>



**CAPÍTULO VII**  
**ANEXOS**





## **ANEXO N°1:**

### *Características del agregado fino*



### Granulometría

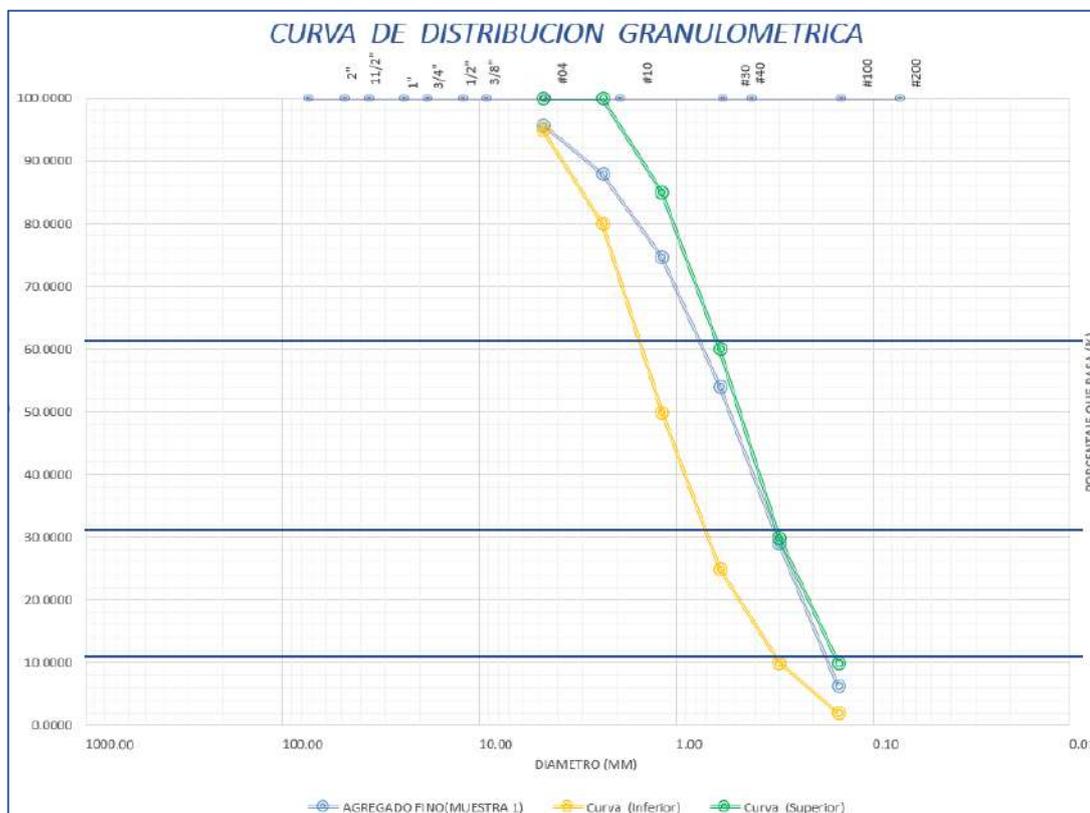
- MUESTRA 1

TAMAÑOS	ABERTURA	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO CORREGIDO	% PARCIAL	% ACUMULADO	% PASA
#4	4.7500	116	128.000	4.2667	4.2667	95.7333
N°8	2.3600	223	235.000	7.8333	12.1000	87.9000
N°16	1.1800	384	396.000	13.2000	25.3000	74.7000
N°30	0.6000	606	618.000	20.6000	45.9000	54.1000
N°50	0.3000	740	752.000	25.0667	70.9667	29.0333
N°100	0.1500	669	681.000	22.7000	93.6667	6.3333
N°200	0.0750	164	176.000	5.8667	99.5333	0.4667
Cazoleta	0.0000	14	14.000	0.4667	100.0000	0.0000
		2916 gr	3000 gr			

**Error =** 2.800 %

**Corrección =** 12 gr

**Módulo de fineza =** 2.522

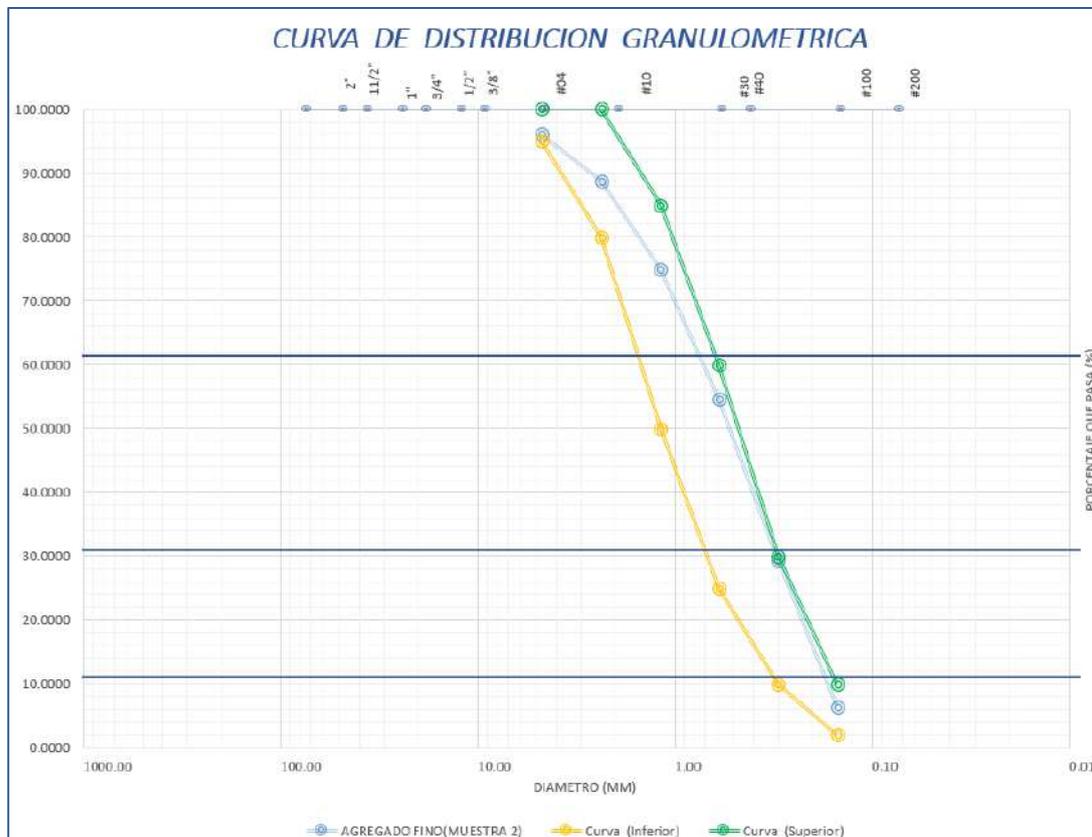




- MUESTRA 2

TAMAÑOS	ABERTURA	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO CORREGIDO	% PARCIAL	% ACUMULADO	% PASA
#4	4.7500	95	99.143	3.9657	3.9657	96.0343
N°8	2.3600	178	182.143	7.2857	11.2514	88.7486
N°16	1.1800	342	346.143	13.8457	25.0971	74.9029
N°30	0.6000	503	507.143	20.2857	45.3829	54.6171
N°50	0.3000	629	633.143	25.3257	70.7086	29.2914
N°100	0.1500	567	571.143	22.8457	93.5543	6.4457
N°200	0.0750	145	149.143	5.9657	99.5200	0.4800
Cazoleta	0.0000	12	12	0.4800	100.0000	0.0000
		2471 gr	2500 gr			

**Error =** 1.174 %  
**Corrección =** 4.143 gr  
**Módulo de fineza =** 2.500





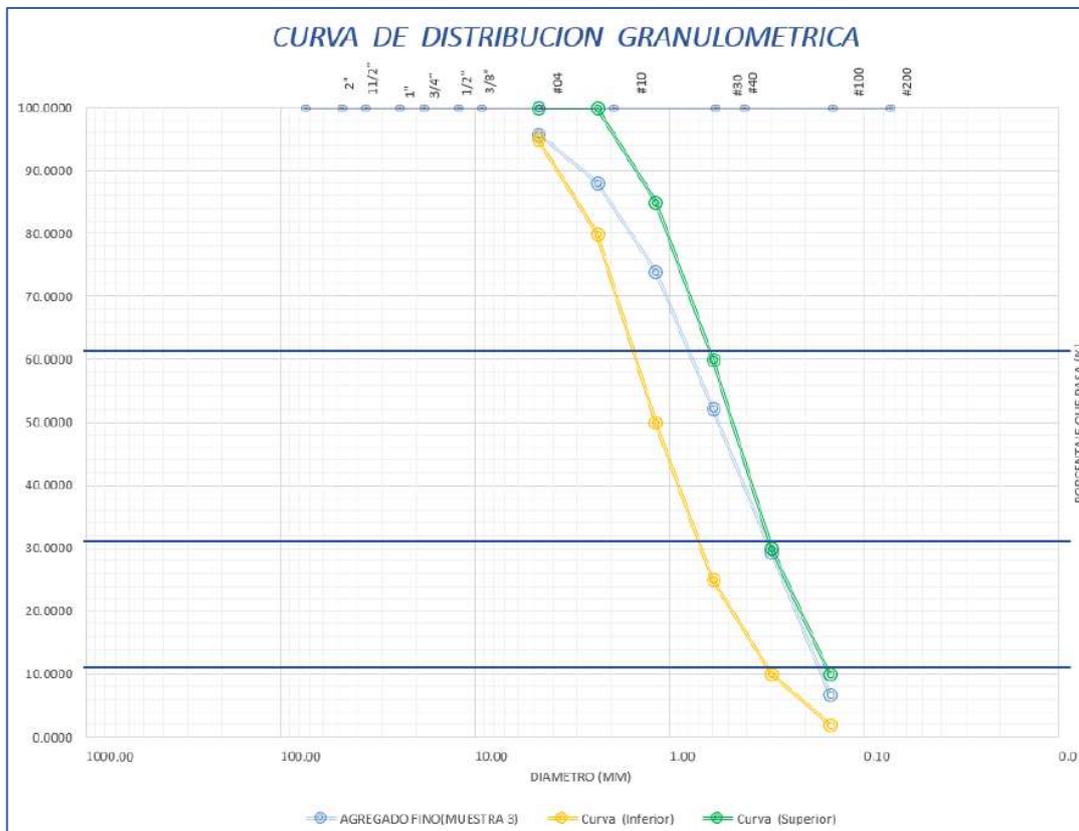
- MUESTRA 3

TAMAÑOS	ABERTURA	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO CORREGIDO	% PARCIAL	% ACUMULADO	% PASA
#4	4.7500	82	83.286	4.1643	4.1643	95.8357
N°8	2.3600	154	155.286	7.7643	11.9286	88.0714
N°16	1.1800	281	282.286	14.1143	26.0429	73.9571
N°30	0.6000	434	435.286	21.7643	47.8071	52.1929
N°50	0.3000	457	458.286	22.9143	70.7214	29.2786
N°100	0.1500	448	449.286	22.4643	93.1857	6.8143
N°200	0.0750	124	125.286	6.2643	99.4500	0.5500
Cazoleta	0.0000	11	11.000	0.5500	100.0000	0.0000
		1991 gr	2000.000 gr			

**Error =** 0.452 %

**Corrección =** 1.286 gr

**Módulo de fineza =** 2.539





### ***Peso unitario***

#### **PESO SUELTO**

$$\text{Peso unitario} = \frac{W_{\text{rec+muestra}} - W_{\text{prisma}}}{\text{Volumen}}$$

#### ***Prisma :***

Ancho = 14.2 cm

Volumen = 2742.304 cm<sup>3</sup>

Largo = 14.2 cm

W prisma = 1.979 kg

Alto = 13.6 cm

#### ***Muestras :***

W rec + muestra = 6.246 kg

W muestra = 4.267 kg

Peso específico = 0.0016 kg/cm<sup>3</sup>

W rec + muestra = 6.344 kg

W muestra = 4.365 kg

Peso específico = 0.0016 kg/cm<sup>3</sup>

W rec + muestra = 6.251 kg

W muestra = 4.272 kg

Peso específico = 0.0016 kg/cm<sup>3</sup>

W rec + muestra = 6.170 kg

W muestra = 4.191 kg

Peso específico = 0.0015 kg/cm<sup>3</sup>

W rec + muestra = 6.157 kg

W muestra = 4.178 kg

Peso específico = 0.0015 kg/cm<sup>3</sup>



### Contenido de humedad

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Muestra}_{\text{natural}} - \text{Muestra}_{\text{seca}}}{\text{Muestra}_{\text{natural}}}$$

TARAS	PESO DE TARA	PESO DE MUESTRA (Natural - gr)	PESO DE MUESTRA (Seca - gr)	% HUMEDAD
T-1	24.485	179.492	178.761	0.47 %
T-2	27.421	159.996	159.354	0.48 %
T-3	27.295	162.691	162.048	0.47 %

### Contenido de absorción

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Muestra}_{\text{natural}} - \text{Muestra}_{\text{seca}}}{\text{Muestra}_{\text{natural}}}$$

TARAS	PESO DE TARA	PESO DE MUESTRA (Natural - gr)	PESO DE MUESTRA (Seca - gr)	% HUMEDAD
T-1	27.223	42.648	42.508	0.91 %
T-2	27.068	52.922	52.742	0.70 %
T-3	27.295	46.547	46.385	0.84 %

### Peso específico

W FIOLA + AGUA DESTILADA	= 0.67
W TARA	= 0.211
W TARA + MUESTRA	= 0.411
W MUESTRA SECA	= 0.200
W FIOLA + MUESTRA SECA + AGUA DESTILADA	= 0.797
W TARA	= 0.087

$$\text{PESO ESPECÍFICO} = 2739.73 \text{ kg / m}^3$$



## **ANEXO N°2:**

### *Características del agregado grueso*



### Granulometría

– MUESTRA 1

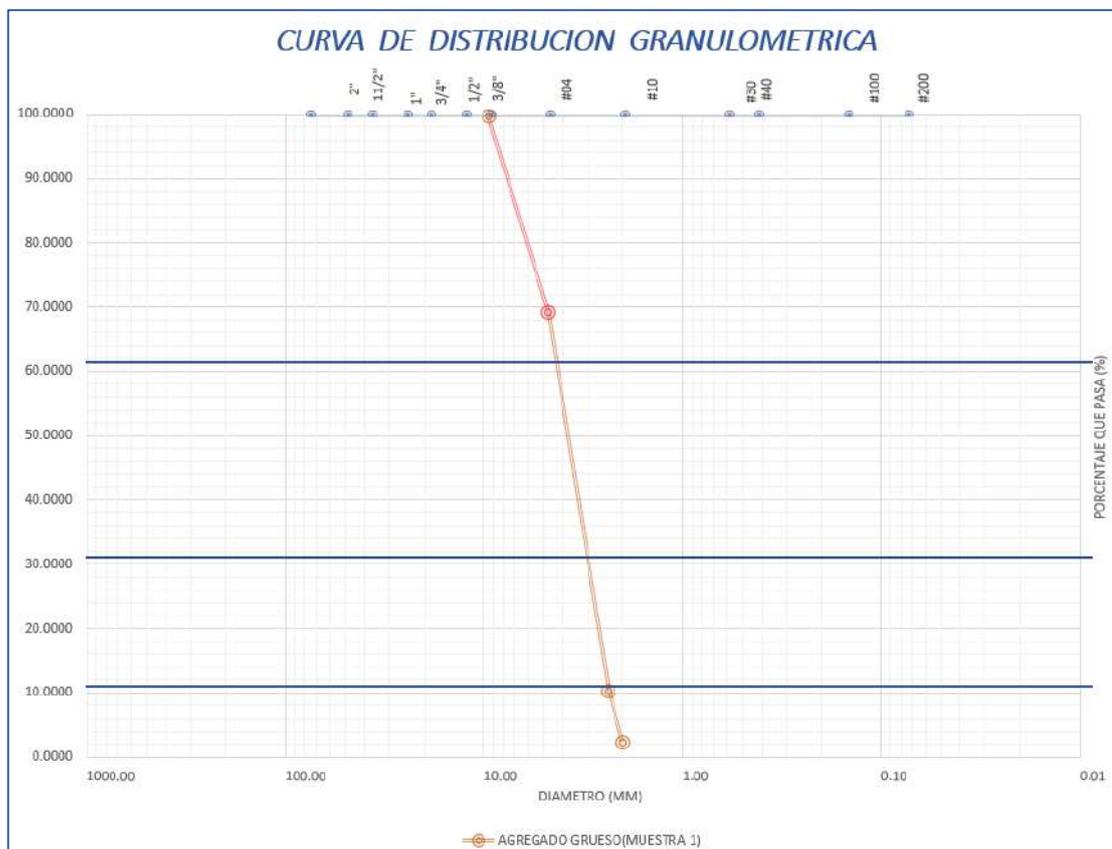
TAMAÑO	ABERTURA	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO CORREGIDO	% PARCIAL	% ACUMULADO	% PASA
#3/8"	9.5000	12	12.750	0.425	0.4250	99.5750
N°4	4.7500	912	912.750	30.425	30.8500	69.1500
N°8	2.3600	1764	1764.750	58.825	89.6750	10.3250
N°16	2.0000	240	240.750	8.025	97.7000	2.3000
Cazoleta	0.0000	69	69	2.300	100.0000	0.0000
		2997gr	3000 gr			

Error = 0.100 %

Corrección = 0.750 gr

Tamaño máximo = # 1/2"

TMN= # 3/8"





- MUESTRA 2

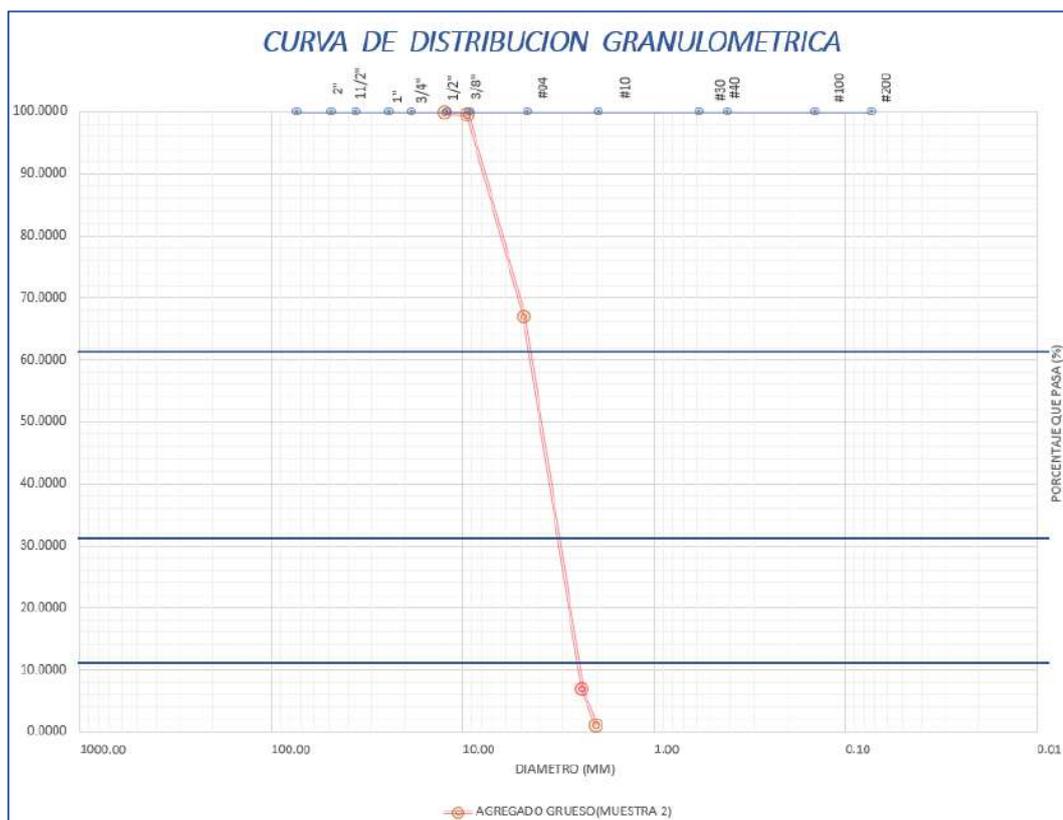
TAMAÑOS	ABERTURA	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO CORREGIDO	% PARCIAL	% ACUMULADO	% PASA
#1/2"	12.5000	3	4.400	0.176	0.1760	99.8240
#3/8"	9.5000	5	6.400	0.256	0.4320	99.5680
N°4	4.7500	815	816.400	32.656	33.0880	66.9120
N°8	2.3600	1503	1504.400	60.176	93.2640	6.7360
N°16	2.0000	143	144.400	5.776	99.0400	0.9600
Cazoleta	0.0000	24	24.000	0.960	100.0000	0.0000
		2493 gr	2500 gr			

**Error =** 0.280 %

**Corrección =** 1.400 gr

**Tamaño máximo =** # 3/4 "

**TMN=** # 1/2 "





- MUESTRA 3

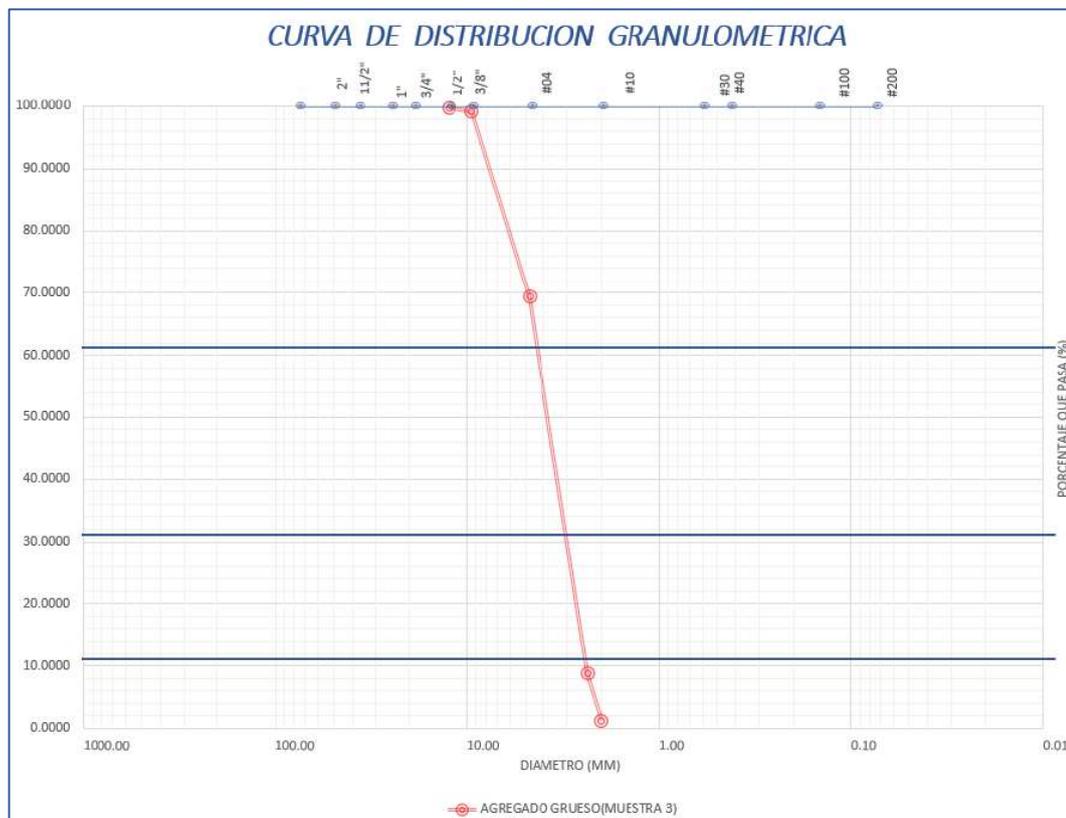
TAMAÑOS	ABERTURA	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO CORREGIDO	% PARCIAL	% ACUMULADO	% PASA
#1/2"	12.5000	4	5.000	0.250	0.2500	99.7500
#3/8"	9.5000	12	13.000	0.650	0.9000	99.1000
N°4	4.7500	593	594.000	29.700	30.6000	69.4000
N°8	2.3600	1213	1214.000	60.700	91.3000	8.7000
N°16	2.0000	147	148.000	7.400	98.7000	1.3000
Cazoleta	0.0000	26	26.000	1.300	100.0000	0.0000
		1995 gr	2000 gr			

Error = 0.250 %

Corrección = 1.000 gr

Tamaño máximo = # 3/4"

TMN= # 1/2"





### ***Peso unitario***

#### **PESO SUELTO**

$$\text{Peso unitario} = \frac{W_{\text{rec+muestra}} - W_{\text{prisma}}}{\text{Volumen}}$$

#### ***Prisma :***

Ancho = 15.7 cm

Volumen = 8949 cm<sup>3</sup>

Largo = 19 cm

W prisma = 3.289 kg

Alto = 30 cm

#### ***Muestras :***

W rec + muestra = 16.196 kg

W muestra = 12.907 kg

Peso específico = 0.0014 kg/cm<sup>3</sup>

W rec + muestra = 16.071 kg

W muestra = 12.782 kg

Peso específico = 0.0014 kg/cm<sup>3</sup>

W rec + muestra = 16.440 kg

W muestra = 13.151 kg

Peso específico = 0.0015 kg/cm<sup>3</sup>

W rec + muestra = 16.481 kg

W muestra = 13.192 kg

Peso específico = 0.0015 kg/cm<sup>3</sup>

W rec + muestra = 16.525 kg

W muestra = 13.236 kg

Peso específico = 0.0015 kg/cm<sup>3</sup>



## PESO COMPACTO

$$\text{Peso unitario} = \frac{W_{\text{rec+muestra}} - W_{\text{prisma}}}{\text{Volumen}}$$

### **Prisma :**

Ancho = 15.7 cm

Volumen = 8949 cm<sup>3</sup>

Largo = 19 cm

W prisma = 3.289 kg

Alto = 30 cm

### **Muestras :**

W rec + muestra = 17.366 kg

W muestra = 14.077 kg

Peso específico = 0.0016 kg/cm<sup>3</sup>

W rec + muestra = 17.013 kg

W muestra = 13.724 kg

Peso específico = 0.0015 kg/cm<sup>3</sup>

W rec + muestra = 17.886 kg

W muestra = 14.597 kg

Peso específico = 0.0016 kg/cm<sup>3</sup>

W rec + muestra = 17.378 kg

W muestra = 14.089 kg

Peso específico = 0.0016 kg/cm<sup>3</sup>

W rec + muestra = 17.476 kg

W muestra = 14.187 kg

Peso específico = 0.0016 kg/cm<sup>3</sup>



### Contenido de humedad

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Muestra}_{\text{natural}} - \text{Muestra}_{\text{seca}}}{\text{Muestra}_{\text{natural}}}$$

TARAS	PESO DE TARA	PESO DE MUESTRA (Natural - gr)	PESO DE MUESTRA (Seca - gr)	% HUMEDAD
T-1	27.55	99.880	99.722	0.22 %
T-2	27.38	93.962	93.813	0.22 %
T-3	27.311	95.608	95.451	0.23 %

### Contenido de absorción

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Muestra}_{\text{natural}} - \text{Muestra}_{\text{seca}}}{\text{Muestra}_{\text{natural}}}$$

TARAS	PESO DE TARA	PESO DE MUESTRA (Natural - kg)	PESO DE MUESTRA (Seca - kg)	% HUMEDAD
T-1	0.087	0.457	0.449	2.16 %
T-2	0.154	0.570	0.560	2.40 %
T-3	0.254	0.508	0.501	2.30

### Peso específico

V DE AGUA	= 0.25
W MUESTRA + TARA	= 0.411
W MUESTRA	= 0.2
V AGUA + MUESTRA	= 0.319

$$\text{PESO ESPECÍFICO} = 2898.55 \text{ kg} / \text{m}^3$$



### **ANEXO N°3:**

*Fotos de los moldes que se utilizaron para la elaboración del ladrillo.*

– **Molde metálico**



Foto 24: *Molde metálico*

Fuente: Elaboración propia



Foto 25: *Canal metálico y de madera*

Fuente: Elaboración propia

– **Molde de madera 1**



Foto 26: *Molde de madera*

Fuente: Elaboración propia

– **Molde de madera 2**



Foto 27: *Molde de madera final*

Fuente: Elaboración propia



## **ANEXO N°4:**

### *Ensayos de unidad de albañilería*



### Variación dimensional

$$\text{Var dimensional} = \frac{\text{Dim real} - \text{Dim diseño}}{\text{Dim diseño}} \times 100$$

#### CUERPO

DIMENSIONES DISEÑO(cm)			DIMENSIONES REAL(cm)			VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)		
LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO
L-1	13	8	22.8	13	8	0.87	0.00	0.00
L-2	13	8	22.7	13	8.1	1.30	0.00	1.25
L-3	13	8	22.7	13	8.1	1.30	0.00	1.25

#### PROTUBERANCIA

DIMENSIONES DISEÑO(cm)			DIMENSIONES REAL(cm)			VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)		
LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO
L-1	3.8	3.8	22.8	3.65	3.9	0.87	3.95	2.63
L-2	3.8	3.8	22.7	3.7	3.9	1.30	2.63	2.63
L-3	3.8	3.8	22.7	3.8	4.0	1.30	0.00	5.26

#### CANAL

DIMENSIONES DISEÑO(cm)			DIMENSIONES REAL(cm)			VARIACIÓN DIMENSIONAL		
LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO
L-1	4	4	25.8	4.1	3.9	0.77	2.50	2.50
L-2	4	4	25.7	4.1	4	1.15	2.50	0.00
L-3	4	4	25.7	4.2	3.9	1.15	5.00	2.50

### Densidad

$$Densidad = \frac{Peso_{seco}}{Vol} , Vol = Peso_{sat} - Peso_{sumergido}$$

LADRILLO	PESO (gr)				DENSIDAD
	NATURAL	SECO	SATURADO (3h)	SUMERGIDO	
L-1	4372.4	4343.7	4802.8	2045.8	1.576
L-2	4405.3	4228.8	4890	2213.9	1.580

### Succión con peso natural

$$Succión = \frac{Peso_{saturado} - Peso_{seco}}{Area} \times 200 \text{ gr} / 200 \text{ cm}^2 \times \text{min}$$

LADRILLO	PESO (gr)		DIMENSIONES (cm)			AREA	SUCCIÓN
	NATURAL	SATURADO	LARGO	ANCHO 1	ANCHO 2		
L-1	4561.0	4667.4	22.9	4.2	4.4	196.94	108.05
L-2	4482.1	4588.8	22.9	4.2	4.4	196.94	108.36
L-3	4358.5	4463.0	22.9	4.4	4.4	201.52	103.71

### Succión con peso seco

$$ucción = \frac{Peso_{saturado} - Peso_{seco}}{Area} \times 200 \text{ gr} / 200 \text{ cm}^2 \times \text{min}$$

LADRILLO	PESO (gr)		DIMENSIONES (cm)			AREA	SUCCIÓN
	SECO	SATURADO	LARGO	ANCHO 1	ANCHO 2		
L-1	4715.7	4753.1	22.9	4.5	4.5	206.1	36.29
L-2	4620.3	4657.3	23	4.5	4.5	207	35.75
L-3	4151.9	4190.1	23	4.5	4.5	207	36.91



### Absorción

$$\text{Absorción} = \frac{\text{Peso}_{\text{saturado}} - \text{Peso}_{\text{seco}}}{\text{Peso}_{\text{seco}}} \times 100 \text{ (Aprox. 0.001\%)}$$

LADRILLO	PESO (gr)			ABSORCIÓN
	NATURAL	SECO	SATURADO	
L-1	5578.3	5454.6	5899.4	8.155
L-2	4646.3	4568.6	4945.3	8.245
L-3	5470.1	5352.9	5808.3	8.508
L-4	5413	5315.6	5783.6	8.804
L-5	5529	5417.6	5889.6	8.712

### Absorción máxima

$$\text{Absorción máx} = \frac{\text{Peso}_{5h} - \text{Peso}_{\text{seco}}}{\text{Peso}_{\text{seco}}} \times 100 \text{ (Aprox. 0.001\%)}$$

LADRILLO	PESO (gr)				ABSORCIÓN MAX
	NATURAL	SECO	SATURADO	SATURADO (5h)	
L-1	5413	5315.6	5783.6	5791.5	8.953
L-2	5529	5417.6	5889.6	5897.0	8.849
L-3	5470.1	5352.9	5808.3	5818.4	8.696

### Coefficiente de saturación

$$\text{Coeficiente sat} = \frac{\text{Absorción}}{\text{Absorción máx}}$$

LADRILLO	ABSORCIÓN	ABSORCIÓN MÁXIMA	COEF SAT
L-1	8.804	8.953	0.983
L-2	8.712	8.849	0.985
L-3	8.507	8.696	0.978



## **ANEXO N°5:**

### *Análisis de costos del ladrillo convencional*

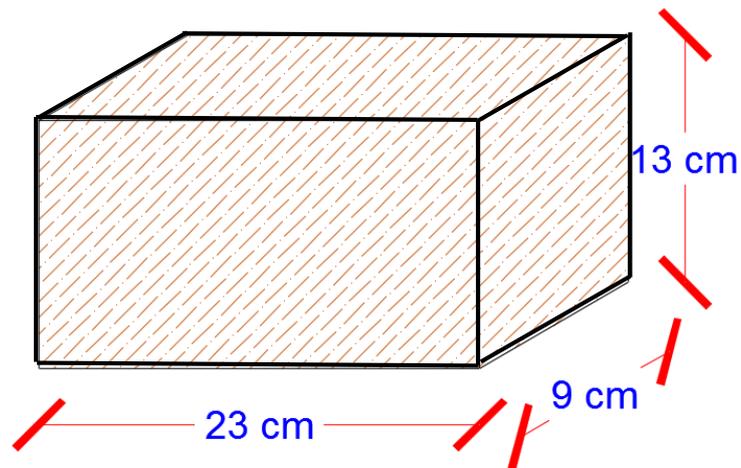


Figura 37: *Ladrillo convencional*

Fuente: Elaboración propia

Considerando una junta de 1.5 cm y un asentamiento de soga, se necesitará 39 unidades/ $m^2$ .

El volumen de mezcla en  $m^3$  por  $m^2$  de muro de ladrillo, se determina de la siguiente expresión:

$$VM = Vm - nL$$

Donde:

$Vm$  = Volumen del muro ( $m^3$ )

$n$  = Número de ladrillos ( $m^2$ )

$L$  = Volumen de un ladrillo ( $m^3$ )

$$VM = (1.0 \times 1.0 \times 0.13) - (39)(0.23 \times 0.09 \times 0.13)$$

$$VM = 0.02505 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Proporción	Relación a/c	Cantidad de materiales por m <sup>3</sup> de Mortero *		
		Cemento (bolsa)	Arena ( m <sup>3</sup> )	Agua (litros)
1 : 1	0,29	23,2	0,66	286
1 : 2	0,43	15,2	0,86	277
1 : 3	0,57	11,2	0,96	272
1 : 4	0,72	8,9	1,00	272
1 : 5	0,85	7,4	1,05	268
1 : 6	1,00	6,3	1,07	269
1 : 7	1,14	5,5	1,10	267
1 : 8	1,29	4,9	1,11	268

\* No se considera porcentaje de desperdicios.

Figura 38: *Dosificaciones de mortero*

Fuente: CAPECO

DESCRIPCION	% DESPERDICIO PROMEDIO
Mezcla para concreto	5
Mortero	10
Ladrillo para muros	5
Ladrillo para techos	5
Loseta para pisos	5
Mayólica	5
Clavos	15
Madera	10
Acero de refuerzo	
∅ 3/8"	3
∅ 1/2"	5
∅ 5/8"	7
∅ 3/4"	8
∅ 1"	10

Figura 39: *Porcentaje de desperdicios*

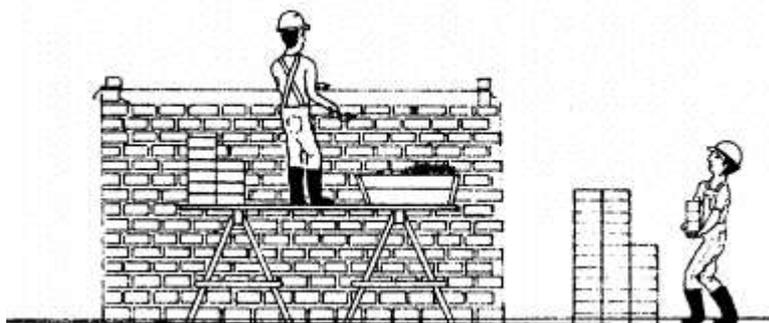
Fuente: CAPECO

**PARTIDA :** Muro de ladrillo de concreto de soga **Unidad :** m<sup>2</sup>

**Especificaciones :** Ladrillo de 23 x 13 x 9, junta de 1,5 cm, mezcla 1:5, muro de más de 4,00 m de largo

**Cuadrilla :** Colocación : 0.1 capataz + 1 operario + 0.5 peón  
Acarreo : 1 peón

**Rendimiento :** Colocación : 8.97 m<sup>2</sup> / día  
Acarreo : 25.64 m<sup>2</sup> / día



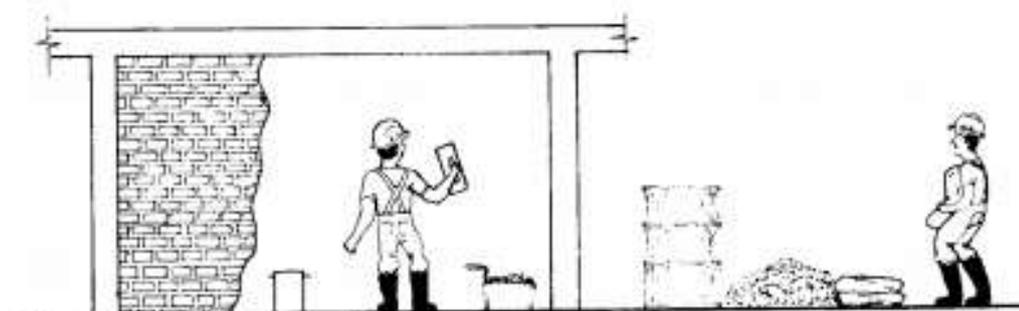
DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
Cemento Portland tipo I	bls	0.229	24.5	5.61	
Arena gruesa	m3	0.032	120.0	3.84	
Ladrillo 23 x 13 x 9	pz	41.000	0.5	20.50	
Agua	m3	0.008	10.0	0.08	
COSTO MATERIAL					30.03
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	hh	0.089	25.23	2.25	
Operario	hh	0.892	22.94	20.46	
Peón	hh	0.758	16.39	12.42	
COSTO DE MANO DE OBRA					35.13
<b>EQUIPO . HERRAMIENTAS</b>					
Andamio de madera	p2	0.580	5.00	2.90	
Clavos de 3"	kg	0.022	3.32	0.07	
Herramientas 3% M. Obra		0.030	35.13	1.05	
COSTO DE EQUIPO, HERRRAMIENTA					4.02
<b>TOTAL</b>					<b>69.18</b>

**PARTIDA :** Tarrajeo en interiores **Unidad :** m<sup>2</sup>

**Especificaciones :** Pañeteo previo, espesor 1.5 cm, mezcla 1:5 muro de más de 4m de largo

**Cuadrilla :** Pañeteo : 0.1 capataz + 1 operario + 0.33 peón  
Tarrajeo : 0.1 capataz + 1 operario + 0.50 peón

**Rendimiento :** Pañeteo : 34.00 m<sup>2</sup> / día  
Tarrajeo : 20.00 m<sup>2</sup> / día



DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
Cemento Portland tipo I	bls	0.0117	24.50	0.29	
Arena fina	m3	0.0160	120.00	1.92	
Agua	m3	0.0055	10.00	0.06	
COSTO MATERIAL					2.27
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	hh	0.064	25.23	1.61	
Operario	hh	0.635	22.94	14.57	
Peón	hh	0.278	16.39	4.56	
COSTO DE MANO DE OBRA					20.74
<b>EQUIPO . HERRAMIENTAS</b>					
Andamio de madera	p2	0.580	5.00	2.9	
Clavos de 3"	kg	0.022	3.32	0.07	
Regla de madera	P2	0.025	6.00	0.15	
Herramientas 3% M. Obra		0.030	20.74	0.62	
COSTO DE EQUIPO, HERRRAMIENTA					3.74
<b>TOTAL</b>					<b>26.75</b>



## **ANEXO N°6:**

### *Análisis de costos del ladrillo pandereta*



Figura 40: *Ladrillo pandereta*

Fuente: Internet

Las dimensiones del ladrillos son: 23 cm x 9 cm x 11 cm; considerando una junta de 1.5 cm y un asentamiento de soga, se necesitará 39 *unidades*/ $m^2$ .

El volumen de mezcla en  $m^3$  por  $m^2$  de muro de ladrillo, se determina de la siguiente expresión:

$$VM = Vm - nL$$

Donde:

$Vm$  = Volumen del muro ( $m^2$ )

$n$  = Número de ladrillos ( $m^2$ )

$L$  = Volumen de un ladrillo ( $m^3$ )

$$VM = (1.0 \times 1.0 \times 0.11) - (39)(0.23 \times 0.09 \times 0.11)$$

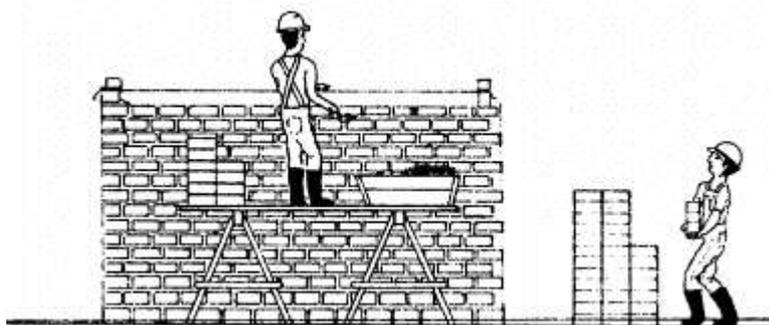
$$VM = 0.02120 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

**PARTIDA :** Muro de ladrillo de concreto de soga **Unidad :** m<sup>2</sup>

**Especificaciones :** Ladrillo de 23 x 11 x 9, junta de 1,5 cm, mezcla 1:5, muro de más de 4,00 m de largo

**Cuadrilla :** Colocación : 0.1 capataz + 1 operario + 0.5 peón  
Acarreo : 1 peón

**Rendimiento :** Colocación : 9.23 m<sup>2</sup> / día  
Acarreo : 25.64 m<sup>2</sup> / día



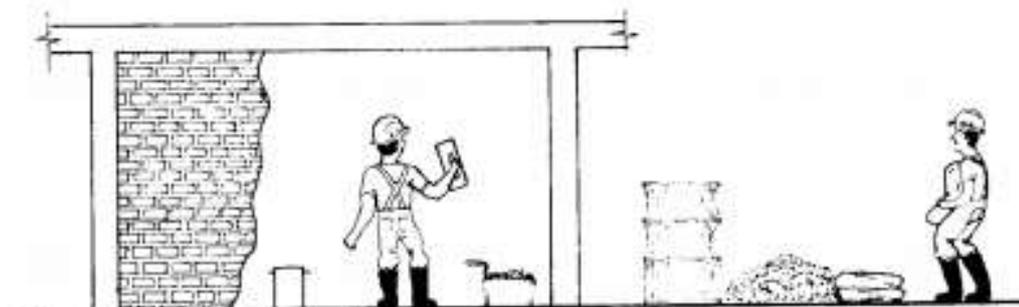
DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
Cemento Portland tipo I	bls	0.173	24.5	4.24	
Arena gruesa	m3	0.024	120.0	1.08	
Ladrillo 23 x 13 x 9	pz	41.000	0.92	37.72	
Agua	m3	0.006	10.0	0.06	
COSTO MATERIAL					43.10
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	hh	0.087	25.23	2.20	
Operario	hh	0.867	22.94	19.89	
Peón	hh	0.745	16.39	12.21	
COSTO DE MANO DE OBRA					34.30
<b>EQUIPO . HERRAMIENTAS</b>					
Andamio de madera	p2	0.580	5.00	2.90	
Clavos de 3"	kg	0.022	3.32	0.07	
Herramientas 3% M. Obra		0.030	35.13	1.03	
COSTO DE EQUIPO, HERRRAMIENTA					4.00
<b>TOTAL</b>					<b>81.40</b>

**PARTIDA :** Tarrajeo en interiores **Unidad :** m<sup>2</sup>

**Especificaciones :** Pañeteo previo, espesor 1.5 cm, mezcla 1:5 muro de más de 4m de largo

**Cuadrilla :** Pañeteo : 0.1 capataz + 1 operario + 0.33 peón  
Tarrajeo : 0.1 capataz + 1 operario + 0.50 peón

**Rendimiento :** Pañeteo : 34.00 m<sup>2</sup> / día  
Tarrajeo : 20.00 m<sup>2</sup> / día



DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
Cemento Portland tipo I	bls	0.0117	24.50	0.29	
Arena fina	m3	0.0160	120.00	1.92	
Agua	m3	0.0055	10.00	0.06	
COSTO MATERIAL					2.27
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	hh	0.064	25.23	1.61	
Operario	hh	0.635	22.94	14.57	
Peón	hh	0.278	16.39	4.56	
COSTO DE MANO DE OBRA					20.74
<b>EQUIPO . HERRAMIENTAS</b>					
Andamio de madera	p2	0.580	5.00	2.9	
Clavos de 3"	kg	0.022	3.32	0.07	
Regla de madera	P2	0.025	6.00	0.15	
Herramientas 3% M. Obra		0.030	20.74	0.62	
COSTO DE EQUIPO, HERRRAMIENTA					3.74
<b>TOTAL</b>					<b>26.75</b>



## **ANEXO N°7:**

### *Análisis de costos del ladrillo tipo lego 1:8:4*

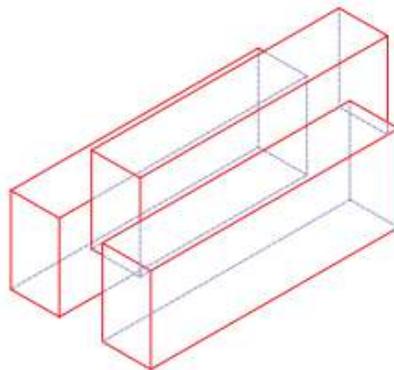


Figura 41: Ladrillo lego

Fuente: Elaboración propia

Considerando una junta de 0.0 cm y un asentamiento de sogá, se necesitará 55 unidades/m<sup>2</sup>.

Se determina el volumen de mezcla que se necesitará para elaborar 1000 ladrillos:

Base del ladrillo	= 0.23 m
Altura del ladrillo	= 0.08 m
Espesor del ladrillo	= 0.13 m
Volumen	= 0.002392 m <sup>3</sup>
Para 1000 ladrillos. V	= 23.92 m <sup>3</sup>
Más 5% de desperdicio	= 2.5116 m <sup>3</sup>

Tabla 33.

Material necesario para un ladrillo tipo lego, dosificación 1:8:4

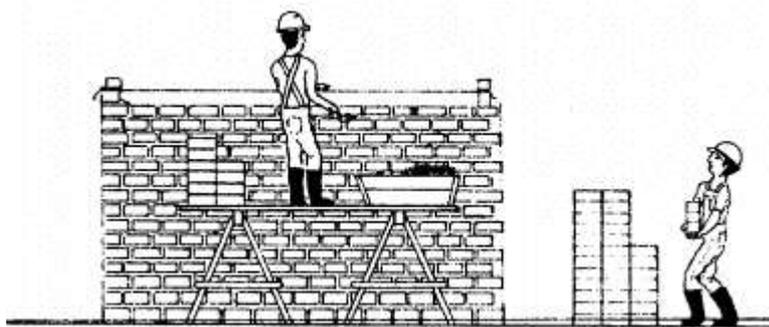
MATERIALES	DOSIF.	CANTIDAD (M <sup>3</sup> )	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIOS	TOTAL
Cemento	1	0.1932	7.000	bolsa	24.50	171.50
Arena gruesa	8	1.5456	1.546	m <sup>3</sup>	120.00	185.47
Confitillo	4	0.7728	0.773	m <sup>3</sup>	220.00	170.016
Agua	0.9	0.9000	0.900	m <sup>3</sup>	10.00	9.00
<b>TOTAL</b>						<b>535.988</b>

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, cada ladrillo cuesta  $\frac{535.988 \text{ soles}}{1000 \text{ ladrillos}} = 0.54 \text{ soles}$ , valará S/. 0.60.

❖ APU con experiencia nula

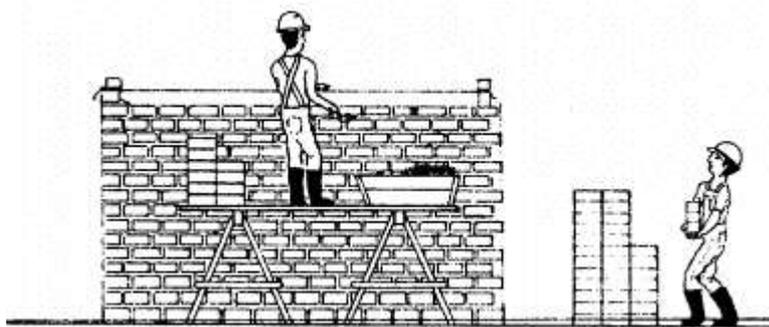
**PARTIDA :** Muro de ladrillo de concreto de soga **Unidad :** m<sup>2</sup>  
**Especificaciones :** Ladrillo de 23 x 13 x 8, muro de más de 4,00 m de largo  
**Cuadrilla :** Colocación : 0.1 capataz + 1 operario + 0.5 peón  
 Acarreo : 1 peón  
**Rendimiento :** Colocación : 34.56 m<sup>2</sup> / día  
 Acarreo : 18.18 m<sup>2</sup> / día



DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
Cemento Portland tipo I	bls	0.000	24.5	0.00	
Arena gruesa	m3	0.000	120.0	0.00	
Ladrillo 23 x 13 x 8	pz	58.000	0.60	34.80	
Agua	m3	0.000	10.0	0.00	
COSTO MATERIAL					34.80
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	hh	0.023	25.23	2.58	
Operario	hh	0.231	22.94	5.30	
Peón	hh	0.556	16.39	9.11	
COSTO DE MANO DE OBRA					14.99
<b>EQUIPO . HERRAMIENTAS</b>					
Andamio de madera	p2	0.580	5.00	2.90	
Clavos de 3"	kg	0.022	3.32	0.07	
Herramientas 3% M. Obra		0.030	14.99	0.45	
COSTO DE EQUIPO, HERRRAMIENTA					3.42
<b>TOTAL</b>					<b>53.21</b>

❖ APU con experiencia media

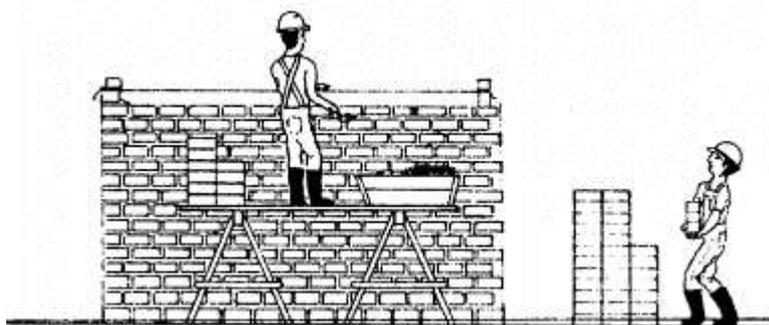
**PARTIDA :** Muro de ladrillo de concreto de soga **Unidad :** m<sup>2</sup>  
**Especificaciones :** Ladrillo de 23 x 13 x 8, muro de más de 4,00 m de largo  
**Cuadrilla :** Colocación : 0.1 capataz + 1 operario + 0.5 peón  
 Acarreo : 1 peón  
**Rendimiento :** Colocación : 86.40 m<sup>2</sup> / día  
 Acarreo : 18.18 m<sup>2</sup> / día



DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
Cemento Portland tipo I	bls	0.000	24.5	0.00	
Arena gruesa	m3	0.000	120.0	0.00	
Ladrillo 23 x 13 x 8	pz	58.000	0.6	34.80	
Agua	m3	0.000	10.0	0.00	
COSTO MATERIAL					34.80
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	hh	0.009	25.23	0.23	
Operario	hh	0.093	22.94	2.13	
Peón	hh	0.486	16.39	7.97	
COSTO DE MANO DE OBRA					10.33
<b>EQUIPO . HERRAMIENTAS</b>					
Andamio de madera	p2	0.580	5.00	2.90	
Clavos de 3"	kg	0.022	3.32	0.07	
Herramientas 3% M. Obra		0.030	10.33	0.31	
COSTO DE EQUIPO, HERRRAMIENTA					3.28
<b>TOTAL</b>					<b>48.41</b>

❖ APU sin mano calificada

**PARTIDA :** Muro de ladrillo de concreto de soga **Unidad :** m<sup>2</sup>  
**Especificaciones :** Ladrillo de 23 x 13 x 8, muro de más de 4,00 m de largo  
**Cuadrilla :** Colocación :  
 Acarreo :  
**Rendimiento :** Colocación : 34.56 m<sup>2</sup> / día  
 Acarreo : 18.18 m<sup>2</sup> / día



DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
Cemento Portland tipo I	bls	0.000	24.5	0.00	
Arena gruesa	m3	0.000	120.0	0.00	
Ladrillo 23 x 13 x 8	pz	58.000	0.6	34.80	
Agua	m3	0.000	10.0	0.00	
COSTO MATERIAL					34.80
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	hh	0.000	25.23	0.00	
Operario	hh	0.000	22.94	0.00	
Peón	hh	0.000	16.39	0.00	
COSTO DE MANO DE OBRA					0.00
<b>EQUIPO . HERRAMIENTAS</b>					
Andamio de madera	p2	0.580	5.00	2.90	
Clavos de 3"	kg	0.022	3.32	0.07	
Herramientas 3% M. Obra		0.030	0.00	0.00	
COSTO DE EQUIPO, HERRRAMIENTA					2.97
<b>TOTAL</b>					<b>37.77</b>



## **ANEXO N°8:**

### *Análisis de costos del ladrillo tipo lego 1:9:3*

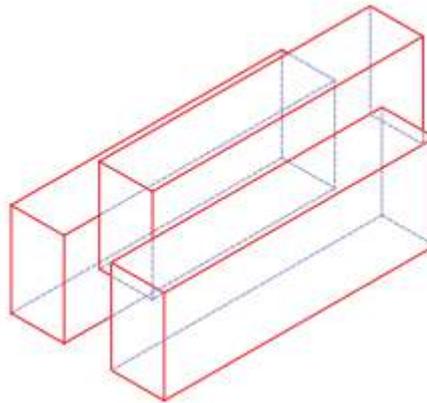


Figura 41: *Ladrillo lego*  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 34.  
Material necesario para un ladrillo tipo lego, dosificación 1:9:3

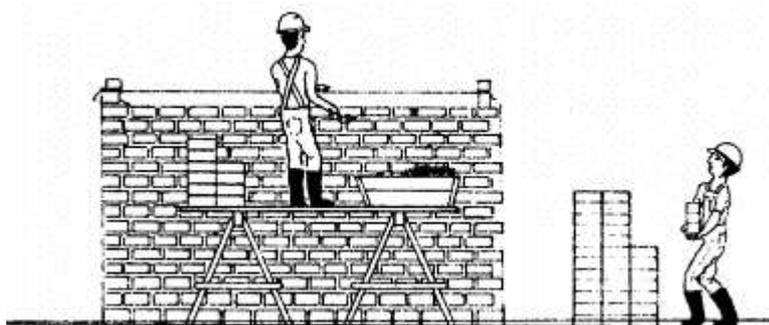
<i>MATERIALES</i>	<i>DOSIF.</i>	<i>CANTIDAD (M^3)</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>PRECIOS</i>	<i>TOTAL</i>
<i>Cemento</i>	1	0.1932	7.000	bolsa	24.50	171.50
<i>Arena gruesa</i>	9	1.7388	1.739	m^3	120.00	208.65
<i>Confitillo</i>	3	0.5796	0.580	m^3	220.00	127.51
<i>Agua</i>	0.9	0.9000	0.900	m^3	10.00	9.00
					<i>TOTAL</i>	516.66

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, cada ladrillo cuesta  $\frac{516.66 \text{ soles}}{1000 \text{ ladrillos}} = 0.51 \text{ soles}$ , valará S/. 055.

❖ APU con experiencia nula

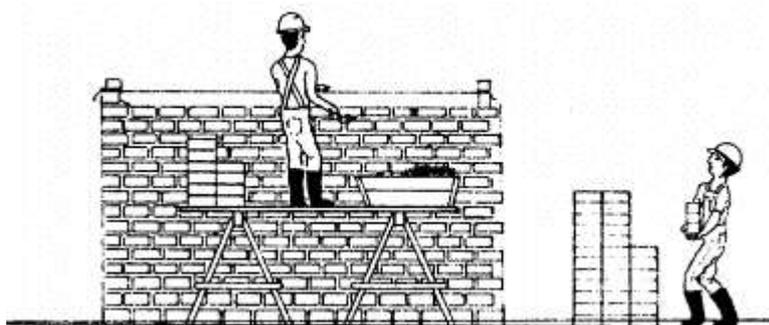
**PARTIDA :** Muro de ladrillo de concreto de soga **Unidad :** m<sup>2</sup>  
**Especificaciones :** Ladrillo de 23 x 13 x 8, muro de más de 4,00 m de largo  
**Cuadrilla :** Colocación : 0.1 capataz + 1 operario + 0.5 peón  
 Acarreo : 1 peón  
**Rendimiento :** Colocación : 34.56 m<sup>2</sup> / día  
 Acarreo : 18.18 m<sup>2</sup> / día



DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
Cemento Portland tipo I	bls	0.000	24.5	0.00	
Arena gruesa	m3	0.000	120.0	0.00	
Ladrillo 23 x 13 x 8	pz	58.000	0.55	31.90	
Agua	m3	0.000	10.0	0.00	
COSTO MATERIAL					31.90
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	hh	0.023	25.23	2.58	
Operario	hh	0.231	22.94	5.30	
Peón	hh	0.556	16.39	9.11	
COSTO DE MANO DE OBRA					14.99
<b>EQUIPO . HERRAMIENTAS</b>					
Andamio de madera	p2	0.580	5.00	2.90	
Clavos de 3"	kg	0.022	3.32	0.07	
Herramientas 3% M. Obra		0.030	14.99	0.45	
COSTO DE EQUIPO, HERRRAMIENTA					3.42
<b>TOTAL</b>					<b>50.31</b>

❖ APU con experiencia moderada

**PARTIDA :** Muro de ladrillo de concreto de soga **Unidad :** m<sup>2</sup>  
**Especificaciones :** Ladrillo de 23 x 13 x 8, muro de más de 4,00 m de largo  
**Cuadrilla :** Colocación : 0.1 capataz + 1 operario + 0.5 peón  
 Acarreo : 1 peón  
**Rendimiento :** Colocación : 86.40 m<sup>2</sup> / día  
 Acarreo : 18.18 m<sup>2</sup> / día



DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
Cemento Portland tipo I	bls	0.000	24.5	0.00	
Arena gruesa	m3	0.000	120.0	0.00	
Ladrillo 23 x 13 x 8	pz	58.000	0.55	31.90	
Agua	m3	0.000	10.0	0.00	
COSTO MATERIAL					31.90
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	hh	0.009	25.23	0.23	
Operario	hh	0.093	22.94	2.13	
Peón	hh	0.486	16.39	7.97	
COSTO DE MANO DE OBRA					10.33
<b>EQUIPO . HERRAMIENTAS</b>					
Andamio de madera	p2	0.580	5.00	2.90	
Clavos de 3"	kg	0.022	3.32	0.07	
Herramientas 3% M. Obra		0.030	10.33	0.31	
COSTO DE EQUIPO, HERRRAMIENTA					3.28
<b>TOTAL</b>					<b>45.51</b>

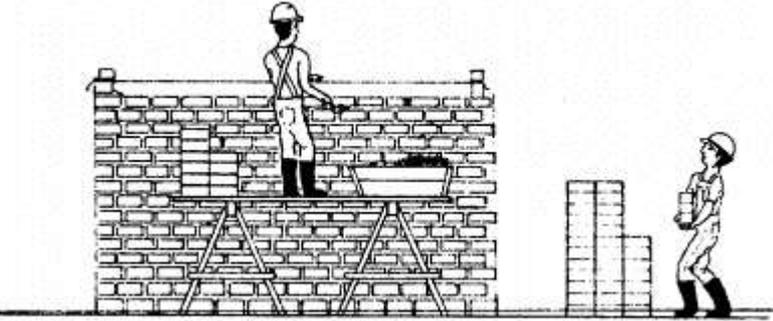
❖ APU sin mano calificada

**PARTIDA :** Muro de ladrillo de concreto de soga **Unidad :** m<sup>2</sup>

**Especificaciones :** Ladrillo de 23 x 13 x 8, muro de más de 4,00 m de largo

**Cuadrilla :** Colocación :  
Acarreo :

**Rendimiento :** Colocación : 34.56 m<sup>2</sup> / día  
Acarreo : 18.18 m<sup>2</sup> / día



DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
Cemento Portland tipo I	bls	0.000	24.5	0.00	
Arena gruesa	m3	0.000	120.0	0.00	
Ladrillo 23 x 13 x 8	pz	58.000	0.55	31.90	
Agua	m3	0.000	10.0	0.00	
COSTO MATERIAL					34.80
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	hh	0.000	25.23	0.00	
Operario	hh	0.000	22.94	0.00	
Peón	hh	0.000	16.39	0.00	
COSTO DE MANO DE OBRA					0.00
<b>EQUIPO . HERRAMIENTAS</b>					
Andamio de madera	p2	0.580	5.00	2.90	
Clavos de 3"	kg	0.022	3.32	0.07	
Herramientas 3% M. Obra		0.030	0.00	0.00	
COSTO DE EQUIPO, HERRRAMIENTA					2.97
<b>TOTAL</b>					<b>34.87</b>



## **ANEXO N°9:**

*Comparación de costos para una tabiquería de 4.50m x 2.50m*

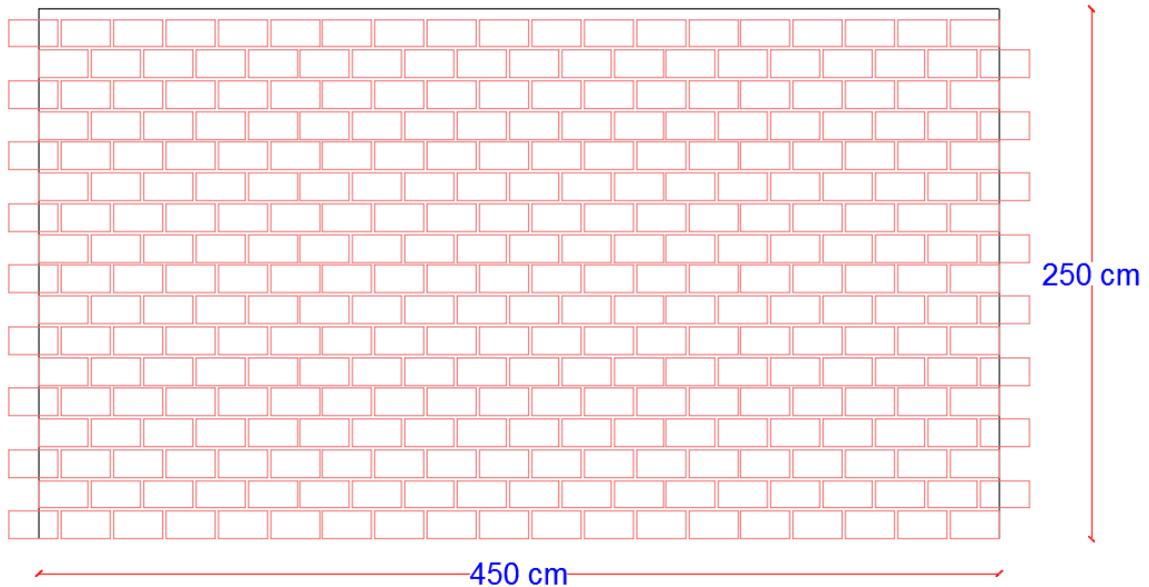


Figura 42: Muro de 4.50m x 2.50  
Fuente: Elaboración propia

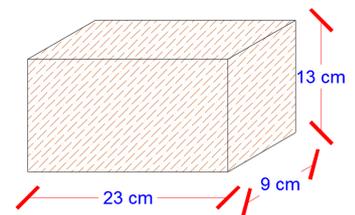
### **Ladrillo convencional**

Ladrillo concreto soga = S/. 69.18  
Tarrajeo en interiores = S/. 26.75  
Total = S/. 95.93 por m<sup>2</sup>

Si el muro mide 4.50 x 2.50, tiene un área de = 11.25 m<sup>2</sup>.

Precio por el muro es = S/. 1079.21

Si se tarrajea en ambos lados del muro, su valor asciende a S/. 122.68 por m<sup>2</sup> y el muro costaría S/. 1380.15



### **Ladrillo pandereta**

Ladrillo concreto soga = S/. 81.40  
Tarrajeo en interiores = S/. 26.75  
Total = S/. 108.15 por m<sup>2</sup>

Si el muro mide 4.50 x 2.50, tiene un área de = 11.25 m<sup>2</sup>.

Precio por el muro es = S/. 1216.69

Si se tarrajea en ambos lados del muro, su valor asciende a S/. 134.90 por m<sup>2</sup> y el muro costaría S/. 1517.63



**Ladrillo lego 1:8:4 – (Experiencia nula)**

Ladrillo concreto soga = S/. 53.21

Total = S/. 53.21

Si el muro mide 4.50 x 2.50, tiene un área de = 11.25 m<sup>2</sup>.

Precio por el muro es = S/. 598.61

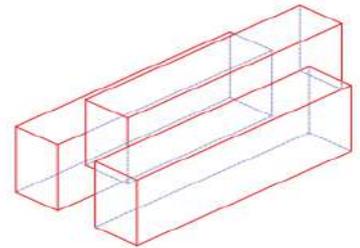
**Ladrillo lego 1:8:4 – (Experiencia moderada)**

Ladrillo concreto soga = S/. 48.41

Total = S/. 48.41

Si el muro mide 4.50 x 2.50, tiene un área de = 11.25 m<sup>2</sup>.

Precio por el muro es = S/. 544.61



**Ladrillo lego 1:8:4 – Sin mano calificada**

Ladrillo concreto soga = S/. 37.77

Total = S/. 37.77

Si el muro mide 4.50 x 2.50, tiene un área de = 11.25 m<sup>2</sup>.

Precio por el muro es = S/. 424.91

**Ladrillo lego 1:9:3 – (Experiencia nula)**

Ladrillo concreto soga = S/. 50.31

Total = S/. 50.31

Si el muro mide 4.50 x 2.50, tiene un área de = 11.25 m<sup>2</sup>.

Precio por el muro es = S/. 565.99

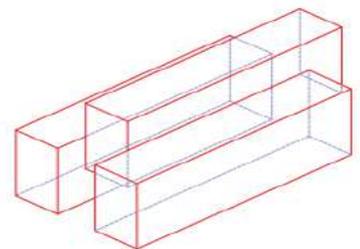
**Ladrillo lego 1:9:3 – (Experiencia moderada)**

Ladrillo concreto soga = S/. 45.41

Total = S/. 45.41

Si el muro mide 4.50 x 2.50, tiene un área de = 11.25 m<sup>2</sup>.

Precio por el muro es = S/. 510.86

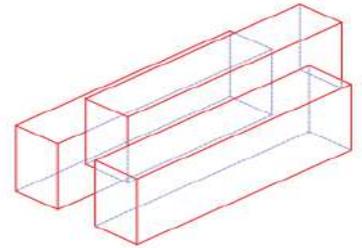




***Ladrillo lego 1:9:3 – Sin mano calificada***

Ladrillo concreto soga = S/. 34.87

Total = S/. 34.87



Si el muro mide 4.50 x 2.50, tiene un área de = 11.25 m<sup>2</sup>.

Precio por el muro es = S/. 392.29



## **ANEXO N°10:**

### *Encuesta*



1. SU VIVIENDA DE QUE MATERIAL ES:

\_\_\_\_\_

2. QUÉ TIPO DE LADRILLO A UTILIZADO:

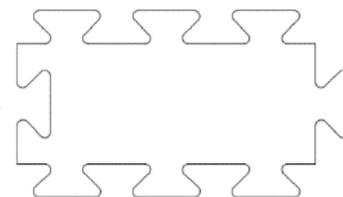
\_\_\_\_\_

3. EXISTIÓ ALGÚN PROBLEMA EN EL LEVANTAMIENTO DEL MURO DE SU CASA:

\_\_\_\_\_

4. USTED USARÍA ESTE TIPO DE LADRILLO:

\_\_\_\_\_



EL BENEFICIO SERÍA

	<b>LADRILLO LEGO</b>	<b>LADRILLO CONVENCIONAL</b>
Precio por metro cuadrado	48.41 m <sup>2</sup>	95.93 m <sup>2</sup>
Tiempo de ejecución	Rápido	Solo se puede levantar 1.30 m de altura al día
Necesita de un personal calificado	no	si
Necesita mortero	no	si

COMENTARIO:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## **ANEXO N°11:**

### *Cuadro de opiniones del encuestado*



Según las encuestas tomadas a las 25 personas: sus viviendas son de material noble y el tipo de ladrillo es King Kong, ladrillo pandereta y ladrillo convencional.

Algunos encuestados tienen viviendas de 1, 2 y 3 pisos. Les gustó nuestra propuesta y nos animaron a seguir con este tipo de unidad de albañilería para poder beneficiar a muchas familias futuras.

Tabla 35.  
Opiniones del encuestado

<b>A FAVOR DEL USO</b>	<b>EN CONTRA AL USO</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Es una iniciativa muy buena sobre todo con el ladrillo convencional.</li><li>- Es un material innovador, con muchos beneficios, me parece interesante.</li><li>- No había escuchado antes de este tipo de ladrillos y me parece muy interesante y novedoso.</li><li>- Viendo la comparación de ambos ladrillos observo menos costo en materiales y muestra mayor durabilidad por el espesor del ladrillo.</li><li>- Me gustaría construir mi vivienda con este tipo de ladrillo.</li><li>- Sería bueno utilizar este tipo de ladrillo porque beneficiaría la economía de mi hogar.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Necesito saber los ensayos que aplicaron en esta unidad de albañilería para poder saber si es útil o no.</li><li>- Desconozco que hayan usado este tipo de ladrillos en alguna edificación.</li><li>- No usaría estos tipos de viviendas ya que no se si su vida útil es recomendable.</li></ul>

Fuente: Elaboración propia



## **ANEXO N°12:**

### *Informe de ensayo de murete*



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES “ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA”



**INFORME**

**Del A** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**Obra** : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
**Ubicación** : TESIS: ELABORACION DE UN DISEÑO DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA LEGO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS ECONOMICAS - NUEVO CHIMBOTE  
**Asunto** : NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
**Expediente N°** : Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Albañilería  
**Recibo N°** : 20-0773  
**Fecha de emisión** : 70142  
 : 28/02/2020

**1.0. DE LA MUESTRA** : Muretes conformado por ladrillos de concreto elaborados por el solicitante, denominados UNIDAD DE ALBAÑILERIA LEGO. El mortero utilizado para la adherencia de las unidades se denomina pegamento PEGACERAMICO, de espesor promedio 2 mm.

**2.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura ambiente = 27.5 °C H.R. = 63.1 %

**3.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de Calibración: CMC-066-2019  
 Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399 621.

**4.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.621.2015 y E-070 del RNE.  
 Procedimiento interno AT-PR-08.

**5.0. RESULTADOS**

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
M - 1 :	27/02/2020	60.0	58.9	13.2	784.7	1400	1.3
M - 2 :	27/02/2020	60.5	58.8	13.4	799.3	2360	2.1

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. R. V. M.

**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata  
Jefe (e) del laboratorio

**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

