

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO
ARTESANAL DE ARCILLA KING KONG DEL DISTRITO DE
MONSEFÚ, PROVINCIA DE CHICLAYO, REGIÓN DE
LAMBAYEQUE**

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

PRESENTADA POR

**Bach. CHICCHÓN SALDAÑA, JOSÉ MIGUEL
Bach. RIVASPLATA SAMAMÉ, LUIS FERNANDO**

ASESOR: Mg. PEREYRA SALARDI, ENRIQUETA

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mis padres, Rosalía y Juan, quienes me enseñaron desde niño a luchar por mis sueños. A mis hermanos, Luis y Raul, por apoyarme siempre en todo. Este trabajo va dedicado a esas cuatro personas quienes son las más importantes en mi vida y a las cuales amo mucho.

José Miguel Chicchón Saldaña

A Daniela, con todo mi amor. A Fernando, mi padre, por ser un ejemplo en la vida. A Martha, mi madre, por estar siempre ahí con su amor. A Kukuli, Milagros, María Fernanda y María Paz por su cariño. A Maritza, por todos los consejos y cariño.

Luis Fernando Rivasplata Samamé

AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento a nuestra asesora, Ing. Enriqueta Pereyra, su consejo y dedicación han permitido plasmar esta investigación.

Al personal del laboratorio de ensayo materiales, por su ayuda durante los ensayos.

A la Universidad Ricardo Palma, por todas las enseñanzas.

José Chicchón y Luis Rivasplata

ÍNDICE GENERAL

Contenido	
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Formulación del problema.....	3
1.2. Importancia y justificación del estudio.	3
1.3. Limitaciones del estudio.	4
1.4. Objetivo general.....	4
1.5. Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes teóricos.	5
2.1.1. Antecedentes Nacionales.....	5
2.1.2. Antecedentes Internacionales.	7
2.1.3. Investigacionaes Relacionadas con el Tema	8
2.2. Distrito de Monsefú.	8
2.2.1. Información Geográfica.....	8
2.2.2. División Geográfica	9
2.2.3. Información de Viviendas y Hogares en el Distrito de Monsefú.....	11
2.3. Ladrillos	16
2.3.1. Definición	16
2.3.2. Historia del ladrillo	16
2.3.3. Clasificación del Ladrillo	22
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	47
3.1. Método y Tipo de Investigación.....	47
3.2. Población de Estudio.....	47
3.3. Diseño Muestral.....	47
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	48
3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.....	48

3.6.	Determinación de las Propiedades Básicas del Ladrillo	48
3.6.1.	Físicas	48
3.6.2.	Mecánicas.....	53
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS		57
4.1.	Ensayo de variación dimensional.....	58
4.2.	Ensayo de Alabeo	61
4.3.	Ensayo de Succión.....	63
4.4.	Ensayo de Absorción	67
4.5.	Ensayo de Resistencia a la Compresión	71
4.6.	Ensayo de Tracción por Flexión.....	76
4.7.	Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pila de Ladrillos	78
CONCLUSIONES		82
RECOMENDACIONES		83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		84
ANEXOS		87

Tablas

Tabla 1. Factores de corrección de f^m por esbeltez.....	54
Tabla 2. Muestra de la ladrillera María Luisa – Variabilidad Dimensional.....	59
Tabla 3. Resumen de los cálculos de la ladrillera María Luisa – Variabilidad Dimensional.....	59
Tabla 4. Muestra de la ladrillera Elías – Variabilidad Dimensional.....	60
Tabla 5. Resumen de los cálculos de la ladrillera Elías – Variabilidad Dimensional....	60
Tabla 6. Juntas de las ladrilleras.....	61
Tabla 7. Muestra de la ladrillera María Luisa – Alabeo.....	61
Tabla 8. Alabeo en ladrillera María Luisa.....	62
Tabla 9. Muestra de la ladrillera Elías – Alabeo.....	62
Tabla 10. Alabeo en ladrillera Elías.....	63
Tabla 11. Muestra de la ladrillera María Luisa – Succión.....	65
Tabla 12. Succión en ladrillera María Luisa.....	65
Tabla 13. Muestra de la ladrillera Elías – Succión.....	66
Tabla 14. Succión en ladrillera Elías.....	66
Tabla 15. Clasificación según resultado de succión en las ladrilleras en estudio.....	67
Tabla 16. Muestra de la ladrillera María Luisa – Absorción.....	69
Tabla 17. Absorción en ladrillera María Luisa.....	69
Tabla 18. Muestra de la ladrillera Elías – Absorción.....	70
Tabla 19. Absorción en ladrillera Elías.....	70
Tabla 20. Resistencia a la compresión. Bonnet 2003.....	73
Tabla 21. Muestra de la ladrillera María Luisa – Resistencia a la compresión.....	73
Tabla 22. Resistencia a la compresión en ladrillera María Luisa.....	74
Tabla 23. Muestra de la ladrillera Elías – Resistencia a la compresión.....	74
Tabla 24. Resistencia a la compresión en ladrillera Elías.....	75
Tabla 25. Resistencia a la compresión en pila de ladrillos en ladrillera María Luisa.....	81
Tabla 26. Resistencia a la compresión en pila de ladrillos en ladrillera Elías.....	81

FIGURAS

Figura N° 1: Peligros por origen geológico-climático en la zona centro del distrito de Monsefú.....	12
Figura N° 2: Peligros por origen geológico-climático en la zona este del distrito de Monsefú.....	13
Fotografía N° 3: Peligros por origen geológico-climático en la zona norte del distrito de Monsefú.....	14
Fotografía N° 4: Peligros por origen geológico-climático en la zona oeste del distrito de Monsefú.....	15
Figura N° 5: Muestras antiguas de ladrillo.....	16
Figura N° 6: Los Jardines Colgantes de Babilonia.....	17
Figura N° 7: La arquitectura general de Vitruvio.....	18
Figura N° 8: Ladrillo de arcilla cocido.....	22
Figura N° 9: Ladrillo sílico-calcáreo.....	23
Figura N° 10: Ladrillo Macizo.....	24
Figura N° 11: Ladrillo Hueco.....	25
Figura N° 12: Ladrillos de Muro.....	27
Figura N° 13: Ladrillos de techo.....	27
Figura N° 14: Proceso de fabricación de ladrillos de arcilla de manera artesanal.....	40
Figura N° 15: Proceso de fabricación de ladrillos de arcilla de manera industrial.....	46
Figura N° 16: Estudios descriptivos	47
Figura N° 17: Cuña de medición para alabeo.....	49
Figura N° 18: Convex edge.....	50
Figura N° 19: Concave edge.....	50
Figura N° 20: Concave surface.....	50
Figura N° 21: Esfuerzos en el ladrillo.....	55

FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1: Templo del Sol y la Luna (Cultura Mochica).....	20
Fotografía N° 2: La Ciudadela de Chan Chan.....	20
Fotografía N° 3: Fortaleza de Calassaya – Tiahuanacu.....	21
Fotografía N° 4: Templo del Sol en la Ciudadela de Pachacamac.....	21
Fotografía N° 5: Ladrillera Artesanal de ladrillo de arcilla.....	28
Fotografía N° 6: Ladrillera artesanal de ladrillo de arcilla, Se puede ver al abuelo y el nieto, negocio familiar.....	29
Fotografía N° 7: Extracción del material.....	30
Fotografía N° 8: Mezclado del material.....	32
Fotografía N° 9: Mezclado del material.....	32
Fotografía N°10: Moldeado del ladrillo.....	34
Fotografía N° 11: Secado del Ladrillo.....	35
Fotografía N° 12: Carga del material.....	36
Fotografía N° 13: Colocación del Ladrillo en el horno.....	37
Fotografía N° 14: Ladrillo después de la cocción.....	38
Fotografía N° 15: Clasificación del material.....	39
Fotografía N° 16: Apilamiento de materia prima.....	41
Fotografía N° 17: Selección de materia prima y molienda primaria.....	41
Fotografía N° 18: Ladrillos de arcilla secados de forma natural.....	43
Fotografía N° 19: Ladrillos de arcilla secados de forma artificial.....	45
Fotografía N° 20: Medidas para el cálculo de la Variación Dimensional.....	58
Fotografía N° 21: Ensayo de succión.....	63
Fotografía N° 22: Pesado de los ladrillos.....	64
Fotografía N° 23: Sumergido de los ladrillos en el agua por 24 horas.....	67
Fotografía N° 24: Retirado del ladrillo del agua para pesarlo.....	68
Fotografía N° 25: Colocación de los ladrillos en el horno.....	68
Fotografía N° 26: Colocación de la capa de yeso antes del ensayo de compresión.....	71
Fotografía N° 27: La máquina para hacer el ensayo de compresión.....	71
Fotografía N° 28: Ladrillos ensayados en compresión.....	72
Fotografía N° 29: Ensayo de Flexo-tracción.....	76
Fotografía N° 30: Ensayo de Flexo-tracción.....	77
Fotografía N° 31: Ensayo de Flexo-tracción.....	77
Fotografía N° 32: Ensayo a la compresión en pila de ladrillos.....	78

Fotografía N° 33: Ensayo a la compresión en pila de ladrillos.....	79
Fotografía N° 34: Pila de ladrillos en ensayos a la compresión.....	80
Fotografía N° 35: Horno artesanal.....	87
Fotografía N° 36: Mezclado de los materiales antes del moldeado de los ladrillos.....	87
Fotografía N° 37: Secado del ladrillo, previo a la entrada al horno.....	88
Fotografía N° 38: Embalaje de los ladrillos, llegada al laboratorio de materiales de la URP.....	88
Fotografía N° 39: Momentos previos al inicio de los ensayos en el laboratorio de materiales de la URP.....	89
Fotografía N° 40: Balanza electrónica usada en los ensayos.....	89
Fotografía N° 41: Horno eléctrico usado para el secado de los especímenes.....	90
Fotografía N° 42: Brocha utilizada en los ensayos.....	90
Fotografía N° 43: Regla metálica usada en los ensayos.....	91
Fotografía N° 44: Pesando los ladrillos.....	91
Fotografía N° 45: Pesando el espécimen de ladrillo después de pasar 24 horas sumergido.....	92
Fotografía N° 46: Calculando el tiempo durante el ensayo de succión.....	92
Fotografía N° 47: Secado de los especímenes previo al ensayo de compresión.....	93
Fotografía N° 48: Especímenes listos para el ensayo de compresión.....	93
Fotografía N° 49: Ensayo de compresión de los especímenes.....	94
Fotografía N° 50: Especímenes ensayados.....	94
Fotografía N° 51: Ensayo de Flexo-tracción.....	95
Fotografía N° 52: Momento en que se está formando la pila de ladrillos.....	96
Fotografía N° 53: Pila de ladrillos ensayada a compresión.....	96
Fotografía N° 54: Casa de adobe en el Distrito de Monsefú.....	97
Fotografía N° 55: Casa de adobe en el Distrito de Monsefú.....	97

RESUMEN

Actualmente en el Perú, y sobre todo en provincias y pueblos muy alejados, se realiza la construcción con material precario, adobe y ladrillos de arcilla artesanales. Si bien es cierto existen diversas empresas que hoy en día fabrican ladrillos de arcilla de forma industrial, con estándares de calidad altos y según normativa peruana, es preciso mencionar que en muchas provincias del país no se construye con este tipo de ladrillos. Este es el caso del distrito de Monsefú, en la cual el ladrillo de arcilla artesanal, además del adobe y demás materiales precarios es lo que prima en las construcciones de las viviendas en casi un 50%. Por tal motivo se formula la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las características técnicas del ladrillo de arcilla artesanal de Monsefú, Chiclayo, Lambayeque?

La presente investigación fue de tipo descriptivo, no experimental, ya que buscamos las características y rasgos importantes, además las variables son independientes y no se pueden manipular.

El objetivo principal es determinar las características físicas y mecánicas del ladrillo de arcilla artesanal King Kong del distrito de Monsefú. Para tal efecto se utilizaron muestras de las dos ladrilleras más importantes de dicho distrito, para observar las propiedades físicas y mecánicas se realizaron los siguientes ensayos: alabeo, succión, absorción, variabilidad dimensional, resistencia a la compresión y resistencia a la compresión en pilas. Asimismo, se comparó los resultados con los que dicta las normas E.070, NTP 331.017:2003 (revisada el 2015) y PNTP 399.613-2017. Es aquí donde se obtuvo los resultados, dando a entender que los ladrillos artesanales de arcilla King Kong fabricados en la ciudad de Monsefú no cumplen con los estándares establecidos por las normas mencionadas líneas arriba.

ABSTRACT

Currently in Peru, particularly in remote towns, construction is made with precarious material like adobe and handmade clay bricks. Although, companies that manufacture industrial clay bricks of high quality standards according to Peruvian regulations exist, in many parts of the country these are not used. This is the case of the Monsefú district in which the artisan clay brick, adobe, and other materials prevails in the construction of houses by almost 50%. So we ask ourselves, what are the technical characteristics of artisan clay brick from Monsefú, Chiclayo, Lambayeque?

This investigation is descriptive and not experimental, because we are looking for the main characteristics, besides taking into account that the variables are independent and cannot be manipulated.

The main objective of this research was to determine the physical and mechanical characteristics of the King Kong artisan clay brick in the Monsefú district. For this purpose, samples of the two most important artisanal brickmakers of Monsefú district were used. The physical and mechanical properties were observed and the following tests were made: warping, suction, absorption, dimensional variability, compressive strength and compressive strength in piles. Likewise, the results were compared with those dictated by standards E.070, NTP 331.017:2003 (revised 2015) and PNTP 399.613-2017. It is here that we found out that the “King Kong” clay handmade bricks of Monsefú city do not meet the standards mentioned above.

INTRODUCCIÓN

En el distrito de Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo y en la región Lambayeque, la construcción que predomina es la de albañilería confinada. Esta se caracteriza por contar con muros portantes, las cuales utilizan unidades de albañilería que están adheridos unos con otros con mortero.

Este tipo de construcciones se realizan basándose la norma técnica peruana de edificaciones de albañilería. Esta norma nos advierte de los parámetros estadísticos al momento de calcular la resistencia característica del lote de ladrillos y limitaciones de tipo estructural, recomendando la elección de la unidad para la construcción de muros portantes en función a la tipología de la unidad y la ubicación de la obra con respecto a la zona sísmica donde se encuentre la edificación. Además de la norma técnica peruana de edificaciones de albañilería existe una norma técnica la cual se titula UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos. Esta norma da a conocer los requerimientos que debe tener los ladrillos de arcilla utilizados de manera estructural y no estructural. Por otra parte, se tiene una norma que se titula UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Esta norma indica los procesos para el muestreo y ensayo de los ladrillos de arcilla cocida que son utilizados en albañilería.

Cabe mencionar que, en el distrito de Monsefú, muchas de las viviendas se construyen con unidades de ladrillos de arcilla artesanales. Ello da pie a analizar las propiedades físicas y mecánicas de dichas unidades con las normas mencionadas líneas arriba con el fin de poder obtener resultados que nos lleven a confirmar si las unidades utilizadas en Monsefú cumplen con los requerimientos estipulados.

Es así que la siguiente investigación está dividida en cuatro capítulos, los cuales son los siguientes:

Planteamiento del problema: Es aquí donde se formula la problemática de la investigación, así como la importancia, justificación, limitantes y objetivos del estudio.

Marco Teórico: En este capítulo se da a conocer toda la información teórica que se necesita saber para poder entrar a fondo en la investigación. Es aquí donde se encuentra información de los antecedentes nacionales e internacionales, detalles estadísticos y geográficos sobre el distrito de Monsefú, y por último toda información relacionada sobre lo que es un ladrillo, su historia, sus distintas clasificaciones y elaboración tanto como para un ladrillo fabricado de manera industrial como uno fabricado de forma artesanal.

Metodología de la Investigación: En este capítulo se da a conocer la metodología utilizada en el presente estudio, así como también la definición de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo que se utilizaron para esta investigación.

Análisis y Discusión de Resultados: En este capítulo se da a conocer el análisis y discusión de resultados de los diferentes ensayos, tanto físicos y mecánicos, que se obtuvieron al ensayar las muestras en el Laboratorio de Materiales de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Ricardo Palma.

Finalmente, en el presente estudio se da por conocer las conclusiones y recomendaciones, los cuales se obtuvieron debido a la discusión de los resultados que arrojaron los distintos ensayos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

El ladrillo es un elemento común y tradicional en las edificaciones, que es utilizado en la construcción de viviendas y otros tipos de edificaciones que tiene gran demanda en todo el Perú.

En zonas aledañas al casco urbano de ciudades, en centros poblados y alrededores, el ladrillo artesanal está masificado, esto apoyado en la demanda existente por la gran cantidad de construcciones de adobe y precarias, Esta demanda es cubierta por ladrilleras artesanales, quienes se encargan de cubrir gran parte de ese mercado.

El distrito de Monsefú no es la excepción, gran parte del mercado de ladrillo es producido por medios tradicionales, de manera artesanal, lo cual influye en la calidad del mismo.

Hasta la fecha, en Monsefú, no se realizan investigaciones que permitan obtener las características físicas y mecánicas del ladrillo King Kong producido de manera artesanal y poder compararlas con la normativa peruana, esto permitiría conocer si cumplen los estándares peruanos.

Toda esta situación, genera que el producto de las ladrilleras artesanales tenga un diseño experimental, guiado más por la experiencia de algún trabajador, sin ningún control de calidad por parte del fabricante, esto impacta en el usuario final del producto, una parte de usuario son familias, por lo cual es necesario y urgente, conocer si el ladrillo King Kong artesanal de arcilla cumple los estándares peruanos.

1.2. Importancia y justificación del estudio.

La demanda de la construcción en el Perú ha ido en aumento durante los últimos años, lo que a su vez ha generado que aparezcan ladrilleras artesanales en todo el país, muchas de ellas producen ladrillo artesanal, hecho de arcilla.

Esta investigación es muy importante debido a la falta de estudios sobre el Ladrillo de arcilla en el distrito de Monsefú, teniendo en cuenta la demanda de vivienda que existe.

Centrándonos en el Distrito de Monsefú, según el último censo del INEI (2017), “Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a servicios básicos”, siete mil cuatrocientas cuarenta y tres viviendas con ocupantes presentes, que a su vez se clasificaron según el tipo de material predominante en sus paredes. Esto arrojó que tres mil seiscientos sesenta y seis viviendas son de material noble, tres mil seiscientos sesenta y cinco viviendas son de adobe o tapia y por último ciento nueve son de material precario.

Como podemos observar, existe una demanda insatisfecha de viviendas de material noble, además de otro tipo de edificaciones, esta investigación permitirá conocer las características físicas y mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla del distrito de Monsefú, lo que nos hará saber si están cumpliendo con la normatividad peruana.

1.3. Limitaciones del estudio.

Esta investigación se limitará a estudiar solo las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo fabricado de manera artesanal del distrito de Monsefú, provincia de Chiclayo, región de Lambayeque, se procederá a compararlo con la normatividad peruana, también nos permitirá armar un diagrama de flujo del proceso de fabricación.

1.4. Objetivo general

Evaluar las características físicas y mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla del Distrito de Monsefú, Provincia de Chiclayo, Región de Lambayeque.

1.5. Objetivos Específicos

- a) Determinar la absorción y succión del ladrillo.
- b) Determinar la variación dimensional y alabeo del ladrillo.
- c) Determinar la resistencia a la compresión del ladrillo.
- d) Determinar la flexo-tracción del ladrillo.
- e) Comparar las características del ladrillo artesanal de arcilla con la Norma de Edificación E-070.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos.

2.1.1. Antecedentes Nacionales.

- Aliaga (2017) Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales de la ciudad de Celendín.

Resumen: Los últimos terremotos suscitados en Nazca, Pisco, Ica y Chile, ha demostrado cuán importante son las edificaciones de albañilería en las zonas de alto riesgo sísmico. En la ciudad de Celendín capital de la provincia de Celendín región Cajamarca el crecimiento demográfico, está generando un incremento de la demanda de viviendas de albañilería; siendo así, las edificaciones de albañilería. El ladrillo se ha convertido en la mejor alternativa, en la construcción de edificaciones, donde los ladrillos elaborados de manera artesanal son más usados que los ladrillos industriales, lo que nos conlleva a preguntar si estos ladrillos cumplen o no con la norma E - 070. Esto ha motivado a estudiar y conocer el comportamiento de la unidad de albañilería en diferentes ensayos. El presente trabajo de investigación se seleccionó 30 unidades, 3 pilas y 2 muretes de las dos ladrilleras; se realizaron ensayos clasificatorios (variación dimensional, alabeo, compresión simple) y ensayos no clasificatorios (succión, absorción), ensayos de pilas y muretes, ensayos de mortero (compresión axial), determinando la resistencia de los ladrillos (f'_{b}), resistencia de pilas (f'_{m}), resistencia al corte (v'_{m}) y los módulos de elasticidad de ladrillo (E_b), pilas (E_m) y de módulo de corte (G_m), lo cual ha clasificado al ladrillo artesanal como tipo I de ambas ladrilleras de acuerdo a la norma E-070, se pudo concluir que los dos tipos de ladrillo no cumplieron con las especificaciones proporcionados por el fabricante, pero calificaron como unidades sólidas aptas para ser empleadas en la construcción de muros portantes de acuerdo a la norma E-070.

- Anyaypoma (2015) Estudio de las características físicas y mecánicas de los ladrillos de arcilla fabricados artesanalmente en la ciudad de Cajabamba.

Resumen: Los últimos terremotos suscitados en Nazca, Pisco; Ica y Chile, han demostrado cuán importante son las edificaciones de albañilería en las zonas de alto riesgo sísmico. En la ciudad de Cajabamba capital de la provincia de Cajabamba región Cajamarca el crecimiento demográfico, está generando un incremento de la demanda de viviendas de albañilería; siendo así, las edificaciones de albañilería. El ladrillo se ha convertido en la mejor alternativa, en la construcción de edificaciones, donde los ladrillos elaborados de manera artesanal son más usados que los ladrillos industriales, lo que nos conlleva a preguntar si estos ladrillos cumplen o no con la norma E- 070. Esto ha motivado a estudiar y conocer el comportamiento de la unidad de albañilería en diferentes ensayos. El presente trabajo de investigación se seleccionó 30 unidades, 3 pilas y 2 muretes de las dos ladrilleras? se realizaron ensayos clasificatorios (variación dimensional, alabeo, compresión simple) y ensayos no clasificatorios (succión, absorción), ensayos de pilas y muretes, ensayos de mortero (compresión axial), determinándose la resistencia de los ladrillos (fb), resistencia de pilas (fm), resistencia al corte (v'm) y los módulos de elasticidad de ladrillo (Eb), pilas (Em) y de módulo de corte (Gm), lo cual ha clasificado al ladrillo artesanal como tipo 1 de ambas ladrilleras de acuerdo a la norma E - 070, que los dos tipos de ladrillo no cumplieron con las especificaciones proporcionados por el fabricante, pero calificaron como unidades sólidas aptas para ser empleadas en la construcción de muros portantes de acuerdo a la norma E- 070.

- Ruiz (2015), Estudio de las propiedades físico -mecánicas del ladrillo de arcilla elaborado en el centro poblado menor de Otuzco y ladrillos industriales Rex.

Resumen: Debido a la excesiva demanda de vivienda en la ciudad de Cajamarca, el ladrillo se ha convertido en la mejor alternativa en la construcción de las edificaciones, donde los ladrillos elaborados de manera artesanal son más usados que los ladrillos industriales, lo que nos conlleva a preguntar si estos ladrillos cumplen o no con la Norma E- 070. El objetivo del presente trabajo de investigación, es determinar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo King Kong, fabricado

artesanalmente en sector Plan Miraflores del centro poblado menor de Otuzco - Cajamarca y King Kong elaborado de manera industrial por la fábrica Rex de Lima, para clasificarlo de acuerdo a la norma E- 070, para el presente trabajo de investigación se seleccionó veinte unidades, cinco pilas y tres muretes de cada tipo de ladrillo, se realizaron: Ensayos Clasificatorios: variación dimensional, alabeo, compresión simple y ensayos no clasificatorios: succión, absorción, porcentaje de área de huecos, ensayos de pilas y muertes, ensayos de mortero (compresión axial y corte), determinando la resistencia de los ladrillos (fb), resistencia de pilas (fm), resistencia al corte (v'm) y los módulos de elasticidad cada tipo de ladrillo (Eb), pilas (Em) y de corte (Gm), Clasificando al ladrillo artesanal como tipo 1 y al industrial como tipo IV de acuerdo a la norma E - 070, se pudo concluir que los dos tipos de ladrillo no cumplieron con las especificaciones proporcionados por el fabricante, pero calificaron como unidades sólidas aptas para ser empleadas en la construcción de muros portantes de acuerdo a la Norma E- 070.

2.1.2. Antecedentes Internacionales.

- García, Gómez, Sepúlveda (2012), Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos macizos para mampostería.

Resumen: El presente artículo es el resultado de evaluar las propiedades mecánicas de los ladrillos macizos cerámicos fabricados a mano en el municipio de Ocaña, aplicando en primera instancia ensayos de caracterización física de la arcilla empleada como materia prima, para luego realizar pruebas de control de calidad no destructivas y destructivas de los ladrillos de mampostería que se seleccionaron entre los diferentes chircales o unidades productivas del sector, utilizando para tal fin, la norma técnica Colombiana NTC-4017, "Métodos para muestreo y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla", que permitieron conocer las características y propiedades de los materiales que integran los elementos estructurales, analizando principalmente el módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión, como parámetros que influyen en forma directa en la rigidez de la edificación y que concuerdan con las investigaciones de Hemant B. y

Takeuchi C., bajo el Código Colombiano de Construcción Sismo Resistente de 2010 (NSR-10).

2.1.3. Investigaciones Relacionadas con el Tema

- Ministerio de la producción, Estudio Diagnostico sobre las ladrilleras artesanales en el Perú.
- Ministerio de la producción, Guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales. (2010).

2.2. Distrito de Monsefú.

2.2.1. Información Geográfica.

El Departamento de Lambayeque ubicado al norte del Perú se localiza entre las coordenadas geográficas 5°29'36" y 7°4'37" de latitud sur y entre 79° 41'30" y 80°37'23" de Longitud Oeste y tiene una superficie aproximada de 14,213.30 Km². Sus límites son los siguientes:

- Por el Norte con el Departamento de Piura.
- Por el Este con el Departamento de Cajamarca.
- Por el Sur con el Departamento de La Libertad.
- Por el Oeste con el Océano Pacífico.

Se divide en tres Provincias:

- Provincia de Chiclayo.
- Provincia de Lambayeque.
- Provincia de Ferreñafe.

La Provincia de Chiclayo se divide en 20 Distritos, Chiclayo, Chongoyape, Eten, Puerto Eten, Leonardo Ortiz, La Victoria, Lagunas, Monsefú, Nueva Arica, Oyotun, Pícsi, Pimentel, Reque, Santa Rosa, Zaña, Cayaltí, Patapo, Pomalca, Pucalá y Tuman. ¹

La Ciudad de Monsefú, capital del distrito de Monsefú, también conocida como "La Ciudad de las Flores" se ubica en Longitud 79°52'09" y 06°52'30" o Sistema de Medidas UTM: X = 624858.77 Y = 9239898.82.

Sus límites son:

¹ Plan de prevención ante desastres: Uso del suelo y medidas de mitigación Ciudad de Monsefú.

- Por el Norte con el Distrito de La Victoria, Chiclayo y Pomalca.
- Por el Sur con el Distrito de Reque y Ciudad de Eten.
- Por el Este con el Distrito de Reque y Pomalca.
- Por el Oeste con el Distrito de Santa Rosa y el Océano Pacífico.

Tiene una superficie de 49.94 Km², se encuentra a 16 kilómetros de la Ciudad de Chiclayo, tiene una altitud de 11 msnm. ³

Las rutas de acceso a Monsefú son:

- Carretera Chiclayo – Monsefú.
- Carretera Chiclayo – Santa Rosa – Monsefú.
- Carretera Reque – Cruce Laran – Monsefú.

2.2.2. División Geográfica

El distrito de Monsefú está formado por diferentes centros poblados, entre urbanizaciones, pueblos jóvenes, caseríos y comunidades campesinas.

Consta de tres urbanizaciones⁴:

- San Juan
- Túllume
- Miraflores

Solo consta de un centro poblado⁵:

- Centro poblado menor de Callanca.

Los pueblos jóvenes que componen el Distrito de Monsefú son⁶:

- El Carmen.
- Lotización las Flores.
- Las Ánimas.
- Lotización Vallejo I y II.
- La Victoria.
- Lotización Barco.
- San Juan.

² INEI

³ Guía turística de la Ciudad de Monsefú.

⁴ Municipalidad Distrital de Monsefú.

⁵ Municipalidad Distrital de Monsefú.

⁶ Municipalidad Distrital de Monsefú.

- Lotización Túllume.
- Miraflores.
- El Tanque.
- San Andrés
- San José.
- San Miguel
- Jesús Nazareno Cautivo.
- El Dorado.
- Barrantes.
- San Alejandro.
- Fecheche.

Se encuentra formado por una sola comunidad campesina⁷:

- Comunidad campesina San Pedro.

Y por último los siguientes caseríos también conforman el Distrito de Monsefú⁸:

- Los Algarrobos
- El Palmo.
- Acequia Grande.
- Los Marinos.
- Santa Catalina.
- Santa Rita.
- Choloque.
- Tumbon.
- Calazan.
- San Rafael.
- Muysil.
- San Isidro.
- Desaguadero.
- Micarpe.

⁷ Municipalidad Distrital de Monsefú.

⁸ Municipalidad Distrital de Monsefú.

- El Transito.
- Laran.
- Monteverde.
- Amor de Dios.
- Poncoy.
- Pomape.
- Valle Hermoso.

2.2.3. Información de Viviendas y Hogares en el Distrito de Monsefú

Parte del sustento de la presente Tesis es la situación de familias, además de las edificaciones que no son de material noble y/o están en situación vulnerable.

Según información extraída del Instituto Nacional de Estadística e Informática⁹ tenemos:

Viviendas por el tipo de material en las paredes:

- Material Noble: 3,666 viviendas.
- Material adobe o tapia: 3,659 viviendas.
- Material precario: 109 viviendas.

Viviendas por el tipo de material en los pisos:

- Cemento: 3,136 viviendas.
- Tierra: 2,901 viviendas.
- Parquet, loseta o similares: 1,379 viviendas.

Viviendas por el tipo de material en los techos:

- Concreto armado: 2,652 viviendas.
- Calamina o teja: 3,096 viviendas.
- Material precario: 1,680 viviendas.

Por otro lado, la información que nos brinda INDECI¹⁰ nos ayuda a sustentar la presente tesis y lo importante que es evaluar las ladrilleras artesanales de la zona.

⁹ Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a servicios básicos 2018. INEI

¹⁰ PLAN DE PREVENCIÓN ANTE DESASTRES: USO DEL SUELO Y MEDIDAS DE MITIGACION CIUDAD DE MONSEFÚ. INDECI

En la siguiente información correspondiente a la ciudad de Monsefú, nos indica el alto riesgo a peligros de origen Geológico – Climático.



Figura N° 1: Peligros por origen geológico-climático en la zona centro del distrito de Monsefú
Fuente: INDECI (2003)



SECTOR IV:

ESTE



Vista de la Lotización San Miguel, Túllume y San José, se ve amenazado este sector por desborde de la Acequia El Pueblo.

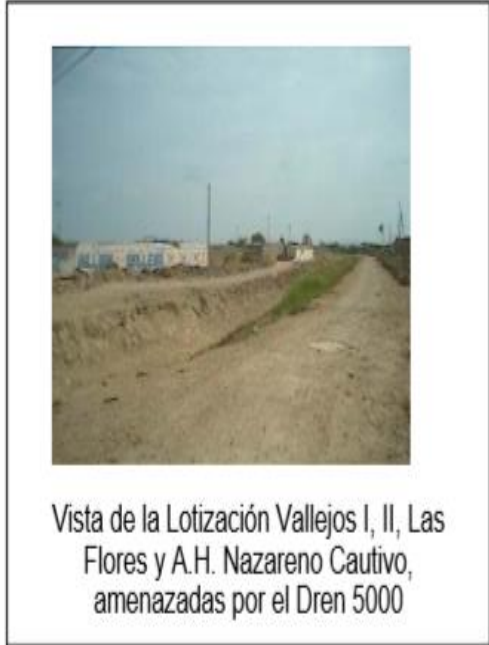
DIAGNÓSTICO:		PELIGROS POR FENÓMENOS DE ORIGEN CLIMÁTICO • Inundación por desborde de la Acequia El Pueblo
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		PELIGROS POR FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO-CLIMÁTICO • Intensidades sísmicas de VII+ (Muy fuerte a destructor), suelos de consistencia blanda a medio y de mediana a baja expansibilidad.
UBICACIÓN:	Área Este de la ciudad.	ELEMENTOS VULNERABLES • Edificaciones y Vías. • Redes de Servicios Básicos. • CEO Jesús Nazareno Cautivo.
SUPERFICIE:	34.75 Hás. aprox.	
POBLACIÓN:	4,606 Hab. aprox.	
DENSIDAD:	133 Hab/Há	
Nº VIVIENDAS:	823 aprox.	RIESGO
MATERIALES PREDOMINANTES:	Adobe, en regular estado de construcción y conservación; sus vías se encuentran sin tratamiento.	ALTO +

Ac
Ve

Figura N° 2: Peligros por origen geológico-climático en la zona este del distrito de Monsefú
Fuente: INDECI (2003)



SECTOR I: **NORTE**

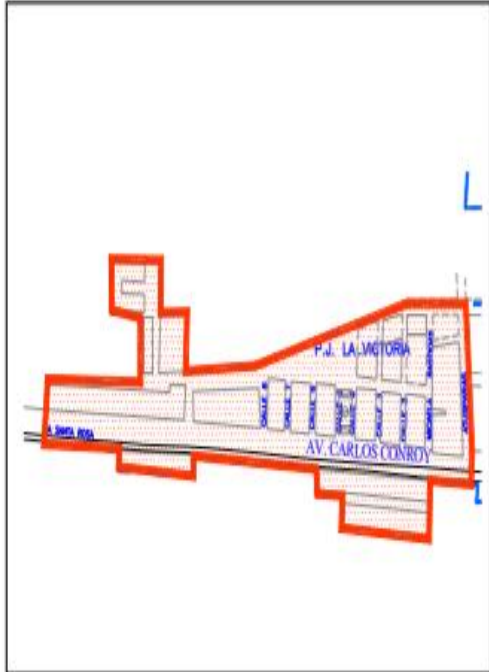


Vista de la Lotización Vallejos I, II, Las Flores y A.H. Nazareno Cautivo, amenazadas por el Dren 5000

DIAGNÓSTICO:		PELIGROS POR FENÓMENOS DE ORIGEN CLIMATICO • Inundación por acción pluvial (anegamientos que pueden ser deprimidos por medios naturales) y amenazas por desborde del Dren 5000.
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		PELIGROS POR FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLOGICO-CLIMATICO • Intensidades sísmicas de VII+(Muy fuerte a destructor), suelos de consistencia blanda a medio y de mediana a baja expansibilidad.
UBICACIÓN:	Área Norte de la ciudad.	ELEMENTOS VULNERABLES • Edificaciones (adobe) y Vías. • Redes de Servicios Básicos. RIESGO ALTO +
SUPERFICIE:	26.13 Hás. aprox.	
POBLACIÓN:	2,570 Hab. aprox.	
DENSIDAD:	91 Hab/Há	
Nº VIVIENDAS:	459 aprox.	
MATERIALES PREDOMINANTES:	Adobe, en regular estado de construcción y conservación; sus vías se encuentran sin tratamiento.	

Fotografía N° 3: Peligros por origen geológico-climático en la zona norte del distrito de Monsefú
Fuente: INDECI (2003)

SECTOR III: **OESTE**



Vista del Asentamiento Humano La Victoria

DIAGNÓSTICO:		<p>PELIGROS POR FENÓMENOS DE ORIGEN CLIMÁTICO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inundación por acción pluvial (anegamientos que pueden ser deprimidos por medios artificiales).
<p>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</p> <p>UBICACIÓN: Área Oeste de la ciudad. SUPERFICIE: 7.60 Há. aprox. POBLACIÓN: 1,068 Hab. aprox. DENSIDAD: 142 Hab/Há N° VIVIENDAS: 191 aprox.</p>		<p>PELIGROS POR FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO-CLIMÁTICO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intensidades sísmicas de VII+ (Muy fuerte a destructor), suelos de consistencia blanda a medio y de mediana a baja expansibilidad.
<p>MATERIALES PREDOMINANTES:</p> <p>Adobe, en regular estado de construcción y conservación; sus vías se encuentran sin tratamiento.</p>		<p>ELEMENTOS VULNERABLES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Edificaciones (adobe) y Vías. • Redes de Servicios Básicos.
		<p>RIESGO</p> <p>ALTO +</p>

Fotografía N° 4: Peligros por origen geológico-climático en la zona oeste del distrito de Monsefú
Fuente: INDECI (2003)

2.3. Ladrillos

2.3.1. Definición

El ladrillo es un componente cerámico artificial de construcción, compuesto básicamente por arcilla cocida. Se emplea para la construcción en diversos elementos constructivos.

2.3.2. Historia del ladrillo

2.3.2.1. Historia del Ladrillo en el Mundo

Es uno de los materiales más comunes, universales y antiguos, producto de los seres humanos desde tiempos inmemoriales, nos llevan acompañando cerca de 10,000 años.

Las muestras más antiguas de ladrillos se encontraron a orillas del Río Jordán, tenían medidas aproximadas de 26 cm por 10 cm y 10 cm, la forma de procesarlos era muy simple, un poco de barro, algo de arcilla, se amasaban con un poco de agua, los ponían a secarlos al sol. Estas muestras datan entre los años 8300 AC. hasta 7600 AC.

El segundo grupo, creado de un proceso similar al primero es aproximadamente 7300 AC hasta 6600 AC. Sus proporciones son 40 cm por 15 cm y 10 cm, se asemejan a una espina de pescado, con huellas dactilares características de su creado.

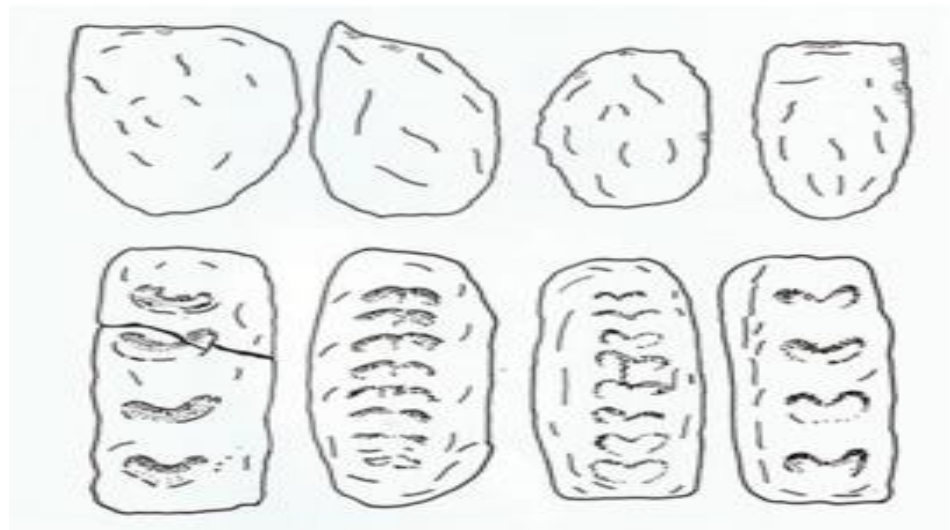


Figura N° 5: Muestras antiguas de ladrillo

Fuente: Fiala, Mikolas, & Katerina (2019)

Durante el periodo comprendido entre 5900 AC hasta 5300 AC, se habría comenzado a utilizar la madera como molde para la fabricación de ladrillo el cual hacia el año 3000 AC se popularizó, especialmente en Egipto.

Entre los años 5000 AC hasta 4500 AC, durante la antigua Mesopotamia, se fundó el proceso de ladrillos horneados. También el clima cálido ayudo en la creación de ladrillos no horneados y hacia los años 3100 AC hasta 2900, se creó los ladrillos sin cocer.

Desde 2111 AC y 2003 AC, el ladrillo se estaba convirtiendo en sinónimo de calidad y material de construcción muy duradero, pudo posicionarse como el material adecuado para construir templos, palacios, cúpulas entre los cuales vivían nobles y reyes. Comenzamos a tener referencias de su precio, por ejemplo, se ofrecían 504 piezas de ladrillo pasados por el horno o 14400 ladrillos sin cocer por una pieza de plata.

Durante el periodo del Rey Nabucodonosor II, durante los años 604 AC hasta 562 AC, comenzaron a usar ladrillos horneados y esmaltados, hechos a mano y tallados, esto produjo joyas arquitectónicas de alto nivel como por ejemplo Los Jardines Colgantes de Babilonia.

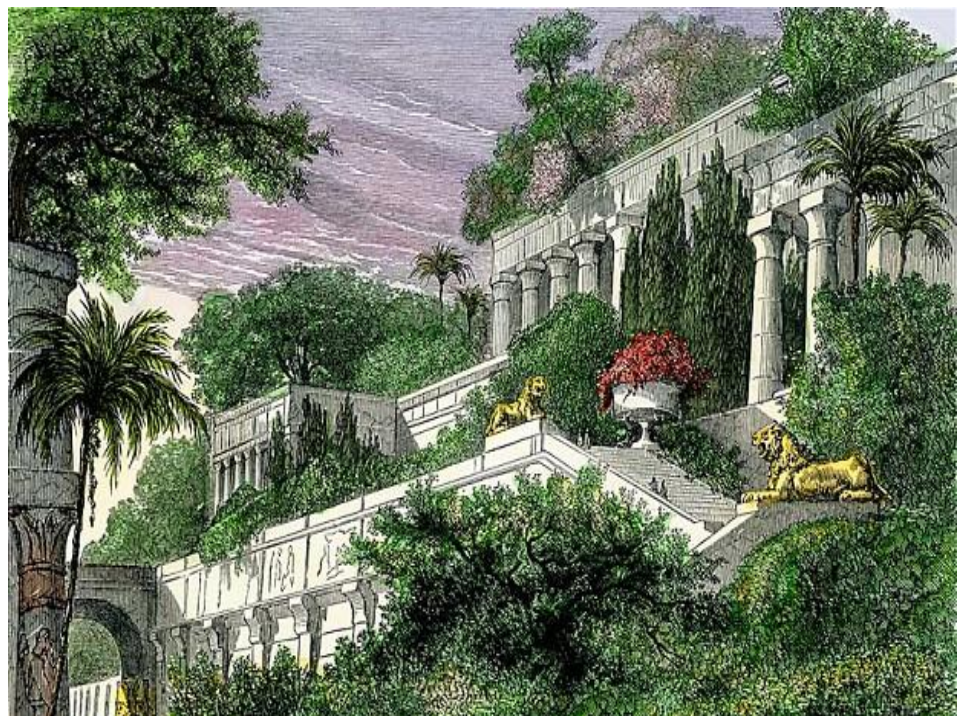


Figura N° 6: Los Jardines Colgantes de Babilonia

Fuente: Independent (2013)

Hacia el año 100 AC, se produce la primera mención escrita acerca del Ladrillo, el Arquitecto e Ingeniero romano Marcus Vitruvio Polio publica 10 libros sobre la arquitectura e historia de las construcciones, donde en cinco puntos menciona al ladrillo y los pavimentos.



Figura N° 7: La arquitectura general de Vitruvio

Fuente: Globedia (2013)

Durante la época medieval, se tiene muy poca información sobre las técnicas, pasos tecnológicos, descripción del proceso de fabricación. De la información que se ha podido conseguir es que partir de los siglos XV y XVI se introduce la tabla de prensa, además el área de secado era en el suelo o algún sobre paja o terreno seco, según la información, este proceso de secado duraba un mes; los hornos eran similares a los hornos romanos, un piso resistente sobre el cual se colocaban los ladrillos, debajo de este

piso se encontraba el fuego en túneles, el material que utilizaban para alimentar el fuego era madera.

Por los siglos XVII y XVIII los artesanos conocen cada vez mejor los procesos de creación, utilizan los materiales que tienen disponibles, tienen capacidad para trabajar en distintos tipos de proyectos adecuados para la época, como bóvedas, repisas, elementos de parapetos, todos estos con fines ornamentales, se comienza a mostrar una alta sofisticación en algunos de ellos, comienzan a trabajar en ladrillos especiales, hechos de arcilla suave y simple, lo que les permite la creación de elementos difíciles que tienen mucho énfasis en los detalles; hacen ladrillos curvos, también tallar personas y demás, todo esto con una variedad de herramientas entre ellas hachas, sierras, piedras de pulido, ya tienen una gran experiencia en manejar a profundidad los ladrillos.

En 1750 se populariza la “Piedra de Coade”, es un ladrillo cerámico de forma de piedra artificial, comercializada por Eleanor Coade, entre las mezclas que usa están arcilla, cuarzo, vidrio molido, arcilla molida y cocina en polvo.

Haciendo un pequeño paréntesis, el 6/9/1689 por primera vez, el Emperador Leopoldo define las escalas de los ladrillos en Viena, Austria, además de definir que una pulgada vale 2.634 cm, estas escalas tendrán dos cambios más, uno será en 1715 y el otro en 1773.

Al inicio de la revolución industrial las producciones de ladrillos eran hasta 36,000 ladrillos por semana, pero 1925 una máquina llegaba a producir 12,000 ladrillos por día, lo que favoreció a la industria, se fabricaban más rápido, más barato y reemplazaron a las otras materias primas que se usaban, como la piedra.

2.3.2.2. Historia del Ladrillo en el Perú

La historia del ladrillo en el Perú abarca desde la época Pre-Incaica, La piedra y el Adobe eran las unidades más comunes, en el caso del Adobe, el mortero era barro.

Durante la época Pre-Inca, la máxima expresión fue la Cultura Chavín, con múltiples templos, también estaba la Cultura Mochica con construcciones de adobe y barro, como por ejemplo El Templo del Sol y la Luna.



Fotografía N° 1: Templo del Sol y la Luna (Cultura Mochica)

Fuente: Rehak (2015)

La más emblemática ciudadela de adobe del norte del Perú, gracias a la Cultura Chimú, La Ciudadela de Chan Chan.



Fotografía N° 2: La Ciudadela de Chan Chan

Fuente: Ministerio de Cultura (2018)

En la parte de la sierra del Perú, la Cultura Tiahuanaco, tenemos la Fortaleza de Calasasaya, Acapana y el Conjunto Pamukunki.



Fotografía N° 3: Fortaleza de Calassaya – Tiahuanacu

Fuente: Mazzotti (2015)

La Cultura Huari, con su más grande muestra de arquitectura Pre-Inca, La ciudad de Pachacamac, utilizaron adobe y piedra.



Fotografía N° 4: Templo del Sol en la Ciudadela de Pachacamac

Fuente: Mazzotti (2014)

En el Libro Estudios acerca de la construcción arquitectura y planeamiento Incas de Santiago Agurto Calvo, Edición de 1987 nos comenta que la arquitectura Inca fue fundamentalmente una obra pétreo, en sus palabras: “Si bien empleaba muros de adobe para erigir ciertas construcciones y para

completar otras, encimándolos sobre paredes de sillar, la casi totalidad de sus edificios más importantes fue realizada en piedra.

A partir de la conquista española y el establecimiento del Virreinato del Perú, se inicia una prolongación de la arquitectura europea hacia Perú, la arquitectura Incaica tuvo poca influencia, esta estuvo circunscrita a ciertas zonas.¹¹

2.3.3. Clasificación del Ladrillo

2.3.3.1. Según su Materia Prima

2.3.3.1.1. Ladrillo de Arcilla Cocido

Son fabricados de manera industrial o artesanal.



Figura N° 8: Ladrillo de arcilla cocido
Fuente: MN (2017)

2.3.3.1.2. Ladrillos y Bloques Sílico-Calcáreos

Deben asentarse ligeramente húmedos o secos, pero con las superficies limpias de polvillo de la fabricación.

¹¹ Arquitectura en el virreinato y la república. Garcia Bryce, Jose

Son producto de la mezcla de 3 componentes:

- Arena fina con alto contenido de sílice.
- Cal viva finamente molida e hidratada en la mezcla.
- Agua que se moldea a alta presión y endurece por curado.

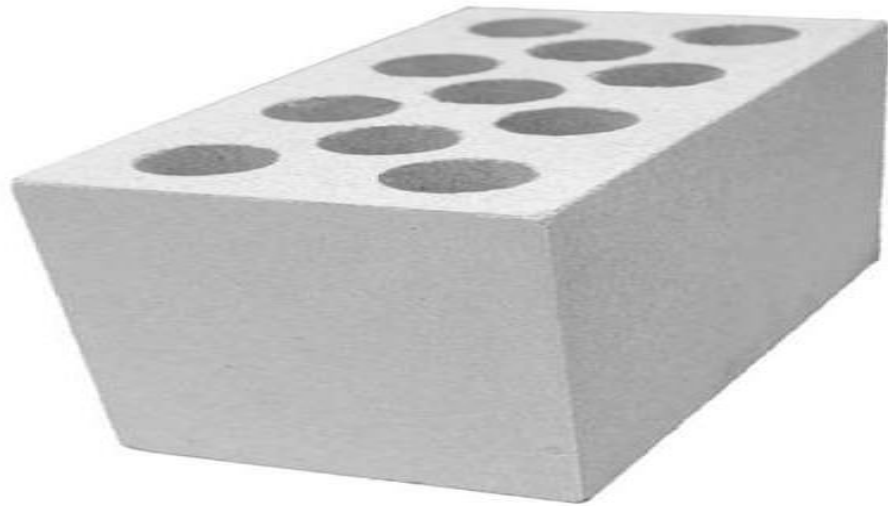


Figura N° 9: Ladrillo sílico-calcáreo
Fuente: Constructivo (2018)

2.3.3.2. De Acuerdo a la Cocción

De acuerdo con la manera cómo se ha conducido la cocción, los ladrillos se llaman pintones, cuando han quedado crudos, y recabados, si la quema ha sido excesiva.

- Adobes: Son los ladrillos secados al sol y que no han estado sometidos a la acción del fuego.
- Santos: Son los que por un exceso de cocción han sufrido una vitrificación, resultando deformados y negruzcos.
- Escafilados: Son los que por un exceso de cocción han sufrido un principio de vitrificación, resultando más o menos alabeados.
- Recochos: Son los que han estado sometidos a una cocción correcta.
- Pintones: Son los que por falta de uniformidad en la cocción presentan manchas pardas y manchas más o menos rojizas.

- Pardos: Son los que han sufrido una cocción insuficiente presentando un color pardo.
- Porteros: Son los que por su situación en las capas exteriores de los hornos de hormiguero apenas se han cocido.

2.3.3.3. Según su Unidad de Albañilería

- Unidad de Albañilería Sólida (o Maciza)

Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano, tenemos a

“macizos corrientes”, que se emplean para toda clase de muros. En el mercado los hay de varias dimensiones, como se verá más adelante, “ladrillón”, denominado también bomba, king-kong, etc. Empleado en muros de relleno, en aquellos que no van a soportar cargas apreciables.



Figura N° 10: Ladrillo Macizo
Fuente: FICO Ferreterías (2015)

- Unidad de albañilería Hueca.

Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano.

Utilizados para muros en pisos altos, a fin de disminuir los pesos; usados también en los techos de concreto armado del tipo llamado techo aligerado.



Figura N° 11: Ladrillo Hueco

Fuente: Glosario ilustrado de arte arquitectónico (2015)

- Unidad de Albañilería Alveolar

Unidad de Albañilería Sólida o Hueca con alvéolos o celdas de tamaño suficiente como para alojar el refuerzo vertical. Estas unidades son empleadas en la construcción de los muros armados

- Unidad de Albañilería Tubular

Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento, empleados para aligerar el peso de los muros.

- Unidad de Albañilería Apilable

Es la unidad de Albañilería alveolar que se asienta sin mortero.

- Pasteleros

Usados como revestimiento, o para impermeabilizar azoteas, y para pisos rústicos y de poco tráfico.

2.3.3.4. Según su Forma

- Ladrillo perforado:

Tienen perforaciones en la tabla que ocupan más del 10% de la superficie de la misma.

- Ladrillo macizo:

Aquellos con menos de un 10% de perforaciones en la tabla. Algunos presentan rebajes en dichas tablas y en las testas para ejecución de muros sin llagas.

- Ladrillo tejar o manual:

Tienen apariencia tosca y caras rugosas. Posee buenas propiedades ornamentales.

- Ladrillo hueco:

Poseen perforaciones en el canto o en la testa, que reducen el volumen de cerámica empleado en ellos. Son los que se usan para tabiquería que no vaya a sufrir cargas especiales. Pueden ser de varios tipos, como rasilla donde grueso y su soga son mucho mayores que su tizón, ladrillo hueco simple que posee una hilera de perforaciones en la testa y por ultimo ladrillo hueco doble, posee dos hileras de perforaciones en la testa.

2.3.3.5. Según la NTP E-070

- TIPO I: Resistencia y durabilidad muy bajas, apta para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencia mínima.
- TIPO II: Resistencia y durabilidad bajas, apta para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderados.
- TIPO III: Resistencia y durabilidad media, apta para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosos.
- TIPO IV: Resistencia y durabilidad altas, apta para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosos.
- TIPO V: Resistencia y durabilidad altas, apta para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosos.

2.3.3.6. Según su Uso

- Ladrillos de Muro, como su nombre lo dice, se utilizan en los muros de las edificaciones, sean para viviendas y/u otro servicio.

Es posible observarlo en la siguiente figura:

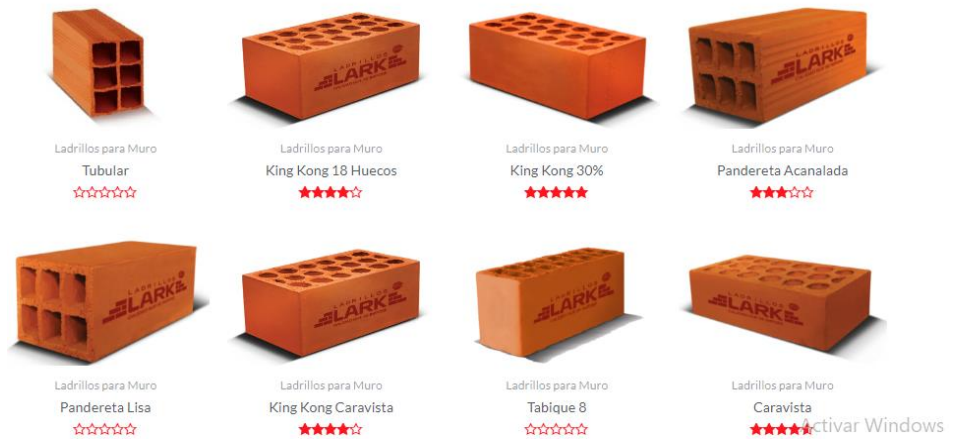


Figura N° 12: Ladrillos de Muro
Fuente: Ladrillos LARK (2018)

- Ladrillos de Techo.

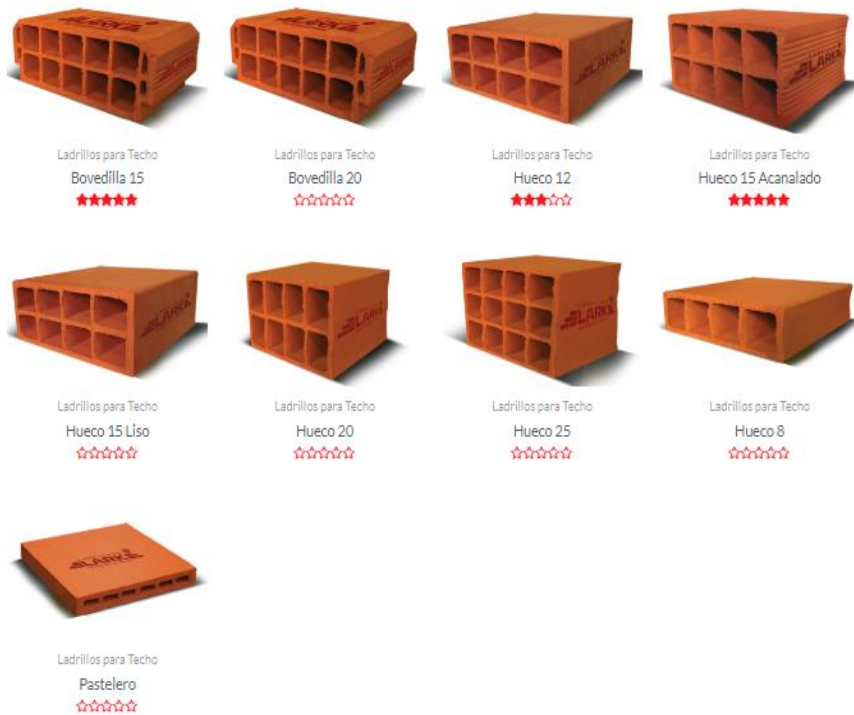


Figura N° 13: Ladrillos de techo
Fuente: Ladrillos LARK (2018)

A

2.3.3.7. Según su Método de Fabricación

En este capítulo nos vamos a detener mucho más a detalle, vamos a describir pormenorizadamente cada uno de los tipos ya que involucran directamente al presente trabajo de investigación.

Este ítem se subdivide en dos formas de fabricación.

2.3.3.7.1. Producción de Ladrillo Artesanal

Es una actividad de micro y pequeña empresa, muy extendida a nivel nacional, a su vez es de mucha informalidad, casi siempre están ubicadas cerca de un horno y un gran terreno alledaño donde pueden colocar los materiales que se necesita para la fabricación del Ladrillo de Arcilla.

La mayoría de veces ubicadas en los exteriores de las ciudades o pequeños poblados, usando en su mayoría combustibles sólidos como carbón, pajilla de arroz, llantas, plásticos y en algunos casos hasta aceite quemado de vehículos, como se puede observar, usan combustibles de bajo costo, pero muy contaminantes.



Fotografía N° 5: Ladrillera Artesanal de ladrillo de arcilla.

Fuente: Propia, tomada en ladrillera Elías, Monsefú, Chiclayo, Lambayeque, 2019.

Raramente cumplen estándares de calidad y buenas prácticas, se observa que se guían más por la experiencia de los trabajadores, en nuestro caso, varios de ellos llevan muchos años de experiencia en la producción, eso se

muestra especialmente en los hornos tipo escoces, no hay ningún control sobre la cocción más que el tanteo y el conocimiento que puedan tener sus trabajadores.



Fotografía N° 6: Ladrillera artesanal de ladrillo de arcilla, Se puede ver al abuelo y el nieto, negocio familiar.

Fuente: Propia, tomada en ladrillera Elías, Monsefú, Chiclayo, Lambayeque, 2019.

Los pasos para la producción del Ladrillo de arcilla artesanal son las siguientes:

- Extracción del material.

En la zona del Distrito de Monsefú, la extracción la realizan In-Situ, esto se refiere a que es manual, usando picos, palanas y carretillas, este material es de tipo arcilloso con bastante “pega”.

Hay otras ladrilleras en diferentes áreas del Perú, donde la extracción se realiza en canteras, sean estas con denuncia o no, en el cual utilizan equipo pesado y su traslado lo realizan en volquetes hasta el sitio de producción del ladrillo. Todo esto es en el caso de la tierra que utilizan en la producción del ladrillo.

También utilizan como material parte de ladrillos “re-quemados” para bajarle un poco la “pega” de la arcilla, estos ladrillos los destruyen hasta convertirlos en minúsculas partículas que mantienen juntos al aire libre.

Otra parte de los materiales en el caso de Monsefú es la pajilla de arroz, esta la compran a los Molinos cerca de la producción de ladrillos.

También compran carbón natural o carbón vegetal, en el caso del Distrito de Monsefú es carbón vegetal.

El agua lo almacenan en pequeños estanques al aire libre, esta puede ser agua potable o de río, la transportan tanto en cisterna como por barriles en “moto-taxis”, en el caso de Monsefú usan un moto-taxi como transporte, aunque se han usado cisternas en algunas ocasiones.



Fotografía N° 7: Extracción del material

Fuente Propia, tomada en ladrillera Elías, Monsefú, Chiclayo, Lambayeque, 2019.

- Mezclado.

Se refiere a la unión de todos los materiales que se necesitan para la fabricación del Ladrillo de Arcilla, en las fábricas artesanales esto se puede hacer de dos maneras:

- Manual.

Este se realiza usando palanas, picos y demás materiales de labranza, usan también los pies y manos; con ayuda de una palana, se va formando un montículo de tierra arcillosa en la cual se hace un pequeño hueco al medio donde poco a poco se va agregando agua haciendo una “pre mezcla”, usando palanas, pies, y en algunas ocasiones manos, donde se procede a uniformizar la pre-mezcla, entre el agua y la tierra arcillosa, tratando de desaparecer los terrones más grandes.

Una vez que la premezcla está lista, se comienzan a agregar otros materiales, entre estos puede ser aserrín, cáscara de arroz (Pajilla de arroz), algunos usan cáscara de café, ceniza que son los ladrillos quemados.

La mezcla debe ser consistente y uniforme para que esté lista para el moldeo y fabricación del ladrillo artesanal de arcilla.

Una vez hecha la mezcla, se procede a taparla con un plástico o manta, se deja reposar hasta el día siguiente en que se procederá al moldeo.

Hay que resaltar que las impurezas que puedan constar en el material se retiran a mano y solo si es detectada durante este periodo o del moldeo, el control de calidad es lo que puedan verificar los ojos, las manos y/o la experiencia.

- Mecánico.

Este se efectúa usando una mezcladora usando energía eléctrica, mecánica, o de algún animal de granja (Buey, caballo, etc.). El material se procede a colocar en la tolva o acceso a ella, se amasa hasta que la consistencia del material sea la correcta de acuerdo al conocimiento empírico muchas veces.

Al igual que el mezclado manual, la composición es variable y depende del conocimiento del obrero y disponibilidad de los materiales, así mismo varía de acuerdo de la zona, según el Ministerio de la Producción, en Arequipa el porcentaje de arcilla llega hasta el 30%, mientras que en Cuzco llega hasta el 70%.



Fotografía N° 8: Mezclado del material

Fuente: Propia, tomada en ladrillera Elías, Monsefú, Chiclayo, Lambayeque, 2019.



Fotografía N° 9: Mezclado del material

Fuente: Propia, tomada en ladrillera Elías, Monsefú, Chiclayo, Lambayeque, 2019.

- Moldeo del Ladrillo.

Se refiere al momento en que se le da forma al ladrillo, este al igual que el mezclado se puede hacer de dos maneras:

- Manual.

Se utilizan moldes de madera, en algunas ocasiones pueden ser metálicos, para lo cual primero se procede a colocar una capa muy fina de arena en el molde que actuara como desmoldante.

Usando las manos se toma un poco de mezcla y se coloca en el molde, para proceder a empujar y evitar que queden vacíos, presionando con fuerza, posteriormente se retira todo el material sobrante, el cual se regresa a la mezcla.

Una vez que se ha regresado el material sobrante, se procede a mover el molde a la zona de secado y se le da vuelta para que el producto pueda ser depositado, todo esto usando solo manos.

- Mecánico.

Este modelo es mejor opción que el anterior, ya que ayuda a mejorar la resistencia y densidad del ladrillo, también la producción aumenta y el cual redunda en beneficio para los fabricantes.

Esto consiste en una máquina extrusora, la cual es accionada por combustible sea petróleo o gasolina, en algunos casos es por energía eléctrica.

Está formada por 4 partes principales¹²:

- ✓ Manivela y mecanismo de empuje.
- ✓ Tanque para llenado de la mezcla.
- ✓ Molde extrusor que es intercambiable según el ladrillo a fabricar.
- ✓ Mesa de corte de ladrillos.

¹² Guía de buenas prácticas de ladrilleras artesanales – Ministerio de Producción.



Fotografía N°10: Moldeado del ladrillo

Fuente: Propia, tomada en ladrillera Elías, Monsefú, Chiclayo, Lambayeque, 2019.

- Secado del ladrillo.

Una vez que se ha moldeado el ladrillo se deposita en terrenos al aire libre que se conoce como área de secado, esta zona está generalmente muy cerca de la zona de moldeo.

El secado se produce por la acción del viento y el sol, de forma natural, en el Distrito de Monsefú, es de aproximadamente 7 días, a partir del cuarto día se inicia a darle vueltas al ladrillo, para tratar de tener un secado natural, aunque no siempre hacen eso en palabras de los fabricantes.

En algunas ocasiones si llueve, se procede a tapar los ladrillos con un plástico, lo cual no siempre ayuda a mantenerlo lejos de la humedad, también agregar que, al estar en contacto con la tierra de la zona de secado, esta genera también impurezas que se van agregando a los alrededores del ladrillo moldeado.



Fotografía N° 11: Secado del Ladrillo

Fuente: Propia, tomada en ladrillera Elías, Monsefú, Chiclayo, Lambayeque, 2019.

- Horno

En la zona norte del Perú, como mencionamos, se utilizan los hornos tipos escocés, es de fuego directo que está en contacto con los ladrillos, no hay control sobre la temperatura del mismo.

Esta etapa la podemos dividir en tres momentos:

- Carga del Horno.

En el Distrito de Monsefú se usa un “Moto-taxi” el cual está adecuado con una tolva de carga para transportar el ladrillo desde la zona de secado al horno.

Desde la zona de secado la carga es a mano, hacia el moto-taxi, en la zona de descarga, en el horno es de la misma manera, el cual se va apilando en filas de capas horizontales poco a poco, una sobre otra.



Fotografía N° 12: Carga del material

Fuente: Propia, tomada en ladrillera Elías, Monsefú, Chiclayo, Lambayeque, 2019.

Hay que hacer algunas precisiones, entre cada fila se va colocando el combustible que se usara en el quemado, en nuestro caso es pajilla de arroz que es el principal material que se usa en el Distrito de Monsefú, este va tanto abajo como arriba de cada capa de ladrillo colocado.

También se coloca a los costados, pero sobre esto no hay un procedimiento descrito, se pudo observar que en algunos sitios colocaban, pero en otros no.

Todo este carguío lleva varios días, dependiendo mucho de la producción que se quiera sacar, así también depende de los tiempos de fabricación.



Fotografía N° 13: Colocación del Ladrillo en el horno

Fuente: Propia, tomada en ladrillera Elías, Monsefú, Chiclayo, Lambayeque, 2019.

- Cocción.

Depende mucho de la experiencia del fabricante, es completamente artesanal e inicia desde abajo hacia arriba, depende mucho del tipo de combustible que se va a usar.

El fuego se inicia en la parte baja del horno, al pie del terreno, se suele usar gasolina, kerosene además de madera, algunos hornos usan plásticos, llantas, viruta, leña de eucalipto y/o demás cosas para prender, este proceso es largo, en algunas ocasiones el encendido demora hasta dos días.

Una vez encendido, el fuego debe ascender de forma uniforme y homogénea, todo esto por la distribución que se ha puesto del combustible a lo largo de las capas de ladrillo, la duración del mismo depende de la cantidad de combustible que se haya puesto y termina cuando este se agote y apague en la parte superior que es la última en cocerse.

En el Distrito de Monsefú, dura varios días y hasta el enfriamiento del ladrillo para su posterior descarga llegan a pasar siete días.



Fotografía N° 14: Ladrillo después de la cocción.

Fuente: Propia, tomada en ladrillera Elías, Monsefú, Chiclayo, Lambayeque, 2019.

- Descarga y Clasificación.

Una vez que se ha verificado que la cocción ha terminado, se comprueba que el ladrillo esté lo suficiente frío para poder manipularlo manualmente y proceder a la descarga.

Estos se apilan cerca al horno para su despacho en la venta de los mismos, también mientras los van apilando se van clasificando, todo esto de acuerdo al molde que usaron, así como a la calidad del mismo después de la cocción, en caso que la cocción se haya dado mal, se procede a retirar esos ladrillos que están muy “quemados” o crudos, se separan también los ladrillos que se hayan “quebrado” y/o roto.

En ningún momento se realiza algún ensayo de calidad, toda la clasificación se realiza mediante la experiencia del maestro hornero.



Fotografía N° 15: Clasificación del material

Fuente: Propia, tomada en ladrillera Elías, Monsefú, Chiclayo, Lambayeque, 2019.

- Venta.

Es la última etapa, la comercialización del mismo, este es al público en general, intermediarios, contratistas, etc., mayormente va a la construcción de viviendas particulares, todos son vendidos al pie del horno donde se han colocado por la descarga y clasificación, en algunos casos se mueven directamente del horno hacia los camiones donde se desplazarán hacia el sitio de la construcción.

- Diagrama del Proceso

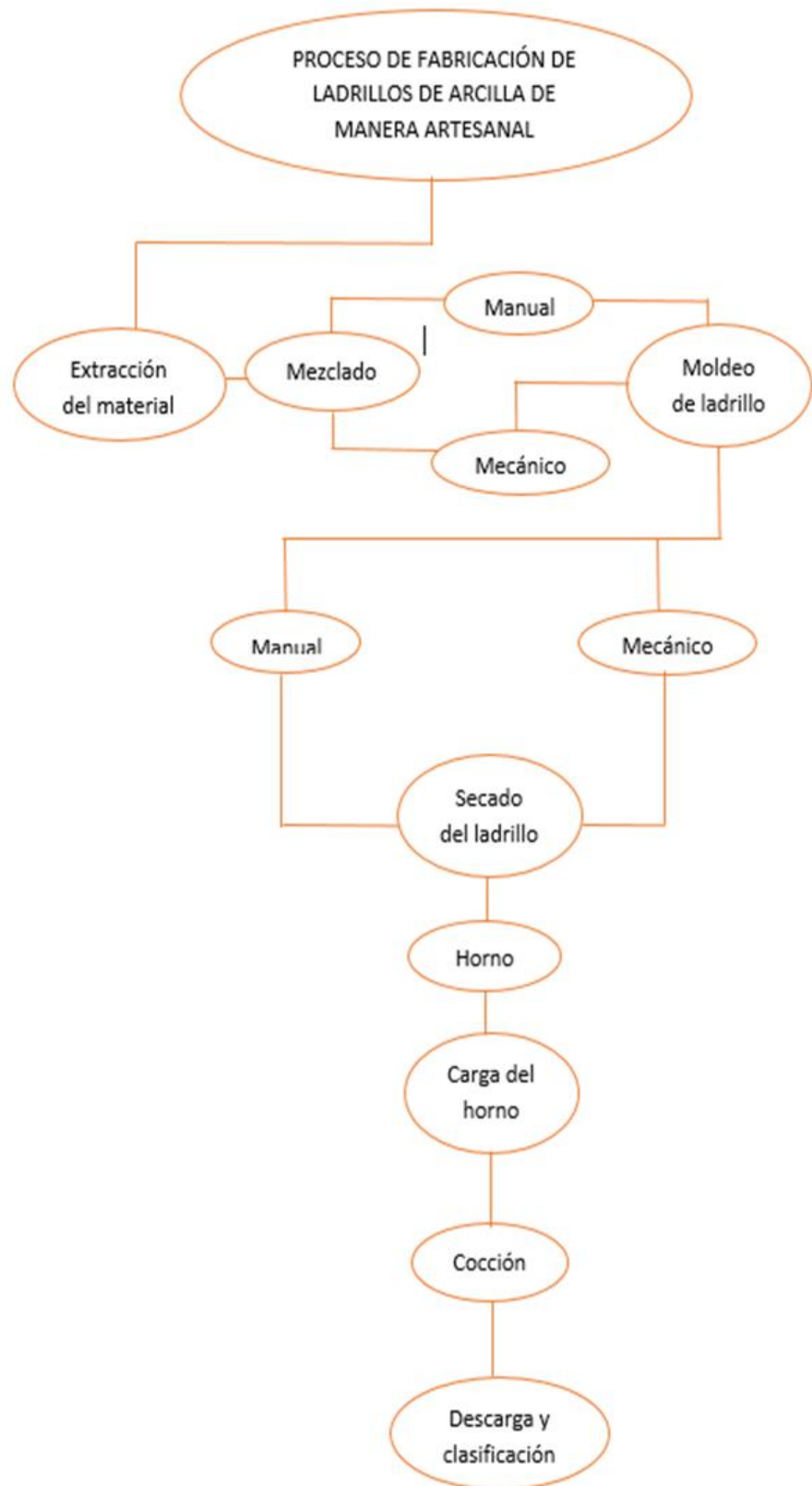


Figura N° 14: Proceso de fabricación de ladrillos de arcilla de manera artesanal
Fuente: Propia

2.3.3.7.2. Producción de Ladrillo Industrial

- Extracción de Materia Prima

Según el Gerente Comercial de Ladrillos LARK, el Sr. Alberto Chara, en una entrevista otorgada al diario Gestión en agosto del 2017, toma 48 horas crear los ladrillos de arcilla cocidas de manera industrial.

La fabricación de ladrillo industrial comienza con la selección y acopio de la materia prima que consta de hasta 7 tipos de arcilla, la cual es una mezcla de tierra y arcillas debidamente seleccionadas y movilizadas a sus respectivas tolvas en donde serán transportadas y luego depositadas a un silo, estas se extraen de canteras. También en las ladrilleras industriales se utilizan palas mecánicas para extraer la materia prima y posteriormente son transportados por volquetes hacia las plantas ladrilleras. (Chara, 2017)



Fotografía N° 16: Apilamiento de materia prima

Fuente: Gestión (2017)



Fotografía N° 17: Selección de materia prima y molienda primaria

Fuente: Gestión (2017)

- Proceso de elaboración
- Molienda y amasado

El material ingresa por un control de balance y se apilan en la fábrica. Luego pasan por dos tipos de moliendas, una fina y otra gruesa, es aquí donde se realiza el proceso de trituración de la materia prima para su respectiva transformación y después ingresar por unas fajas a unas amasadoras. Es aquí donde se mezclan las arcillas y se agrega agua sin ningún químico de por medio. Se le agregará la cantidad de agua adecuada para el moldeado del producto.

- Formación de las unidades

Es aquí donde se le da forma a la unidad y se define la calidad de esta, dejándose ver en las propiedades de la misma.

La masa una vez pulverizada y con la cantidad de agua adecuada pasa por una bomba con el fin de quitarle los vacíos y obtener una humedad adecuada.

Luego ingresa por una máquina extrusora y es aquí donde se le da la sección transversal al producto a través de una prensa.

Finamente el modelo producido se corta mediante una cortadora, dándole las dimensiones nominales de la unidad para después ser llevados sobre una carreta y trasladarlos a los respectivos almacenes de la planta ladrillera, además la unidad producida sale húmeda, entonces existen dos caminos: la unidad se seca de forma natural o de forma artificial.

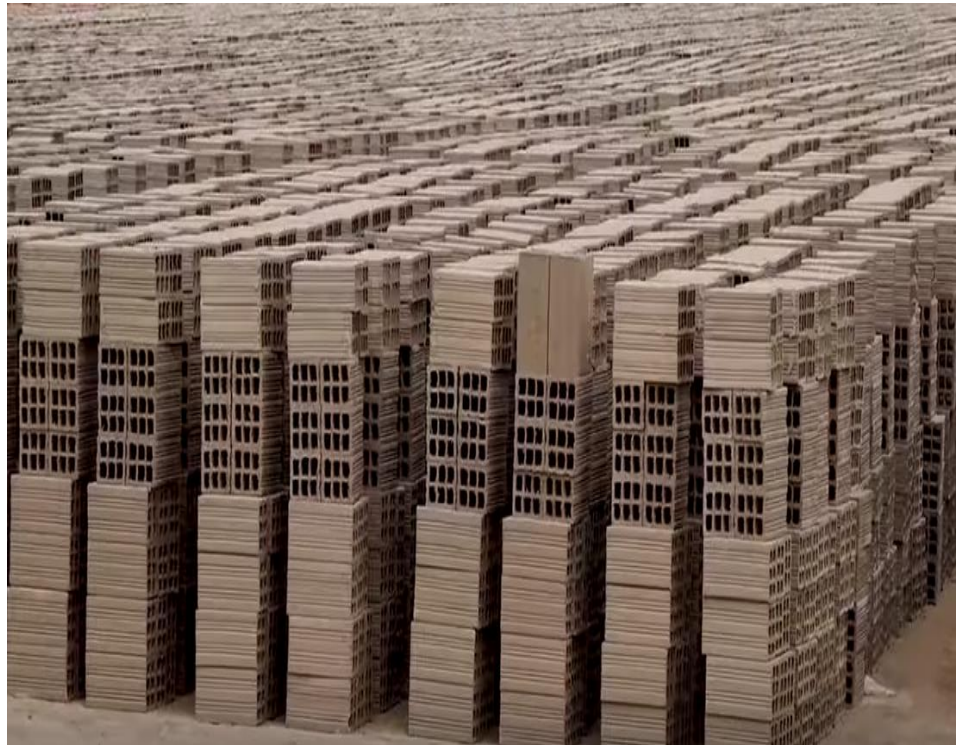
- Secado de la unidad

Como bien se mencionó líneas arriba, el secado de la unidad se puede realizar de las dos siguientes maneras: de forma natural y de forma artificial.

- Secado Natural

El secado de forma natural puede tomar de 15 a 40 días, esto depende del tiempo, ya sea temporada o temperatura, de la zona donde se realiza la fabricación del ladrillo.

Generalmente si es un clima caluroso o de verano, se deja alrededor de 15 días. Si, por el contrario, es un clima frío o de invierno, el secado natural puede tomar alrededor de 40 días.



Fotografía N° 18: Ladrillos de arcilla secados de forma natural

Fuente: Gestión (2017)

Esta forma de secado consta de 4 etapas, las cuales se mencionan a continuación:

- Etapa de precalentamiento: Las unidades contienen una humedad de alrededor del 7%, dichas unidades pasan por un horno de precalentamiento donde se utiliza aire a 150°C. Es en ese momento donde se retira la humedad remanente, obteniendo así que las unidades obtengan una humedad del 2% aproximadamente y a una temperatura alrededor de 135°C.
- Etapa de preparación: Las unidades ingresan al primer tercio del túnel, donde dichas unidades reciben gases y obtienen una temperatura desde 135°C hasta 850°C aproximadamente.
- Etapa de cocción: Ya en el segundo tercio del túnel se inicia una combustión, llegando así a una temperatura entre 850°C a 1000°C. Las unidades en esta etapa se mantienen alrededor de un tiempo de aproximado de 4 horas.

- Etapa de enfriamiento: Posterior a la etapa de cocción las unidades pasan por el último tercio del túnel donde se inicia el enfriamiento. Aquí los ladrillos llegan aproximadamente a una temperatura de 30°C.

Todo el proceso de elaboración del ladrillo descrito líneas arriba consta de alrededor de 48 horas.

- Secado Artificial

Por otra parte, el secado artificial consta en que el producto pase por un secadero automático a través del uso del aire caliente de la chimenea de un horno que cuece los ladrillos. A las 18 horas el producto queda seco para ingresar al horno que funciona con gas. En dicho horno el producto pasa a una temperatura gradual que va entre los 200 y 1000 grados Celsius que es el punto de cocción, es aquí donde la arcilla comienza a arder y toma un color similar al del hierro fundido. Luego pasa por un proceso de enfriamiento para finalizar cocido y de un color rojizo como es conocido. Esta forma de secado consta de 4 etapas, las cuales se mencionan a continuación:

Etapa de precalentamiento: Las unidades contienen una humedad de alrededor del 7%, dichas unidades pasan por un horno de precalentamiento donde se utiliza aire a 150°C. Es en ese momento donde se retira la humedad remanente, obteniendo así que las unidades obtengan una humedad del 2% aproximadamente y a una temperatura alrededor de 135°C.

Etapa de preparación: Las unidades ingresan al primer tercio del túnel, donde dichas unidades reciben gases y obtienen una temperatura desde 135°C hasta 850°C aproximadamente.

Etapa de cocción: Ya en el segundo tercio del túnel se inicia una combustión, llegando así a una temperatura entre 850°C a 1000°C. Las unidades en esta etapa se mantienen alrededor de un tiempo de aproximado de 4 horas.

Etapa de enfriamiento: Posterior a la etapa de cocción las unidades pasan por el último tercio del túnel donde se inicia el enfriamiento. Aquí los ladrillos llegan aproximadamente a una temperatura de 30°C.



Fotografía N° 19: Ladrillos de arcilla secados de forma artificial

Fuente: Gestión (2017)

Todo el proceso de elaboración del ladrillo descrito líneas arriba consta de alrededor de 48 horas.

- Almacenamiento y comercialización del ladrillo

Posterior al proceso de secado de los ladrillos, estos son apilados en los almacenes y están listos para ser entregados a los clientes o proveedores, los cuales pueden ser empresas dedicadas al rubro de la construcción y público en general.

- Diagrama del proceso

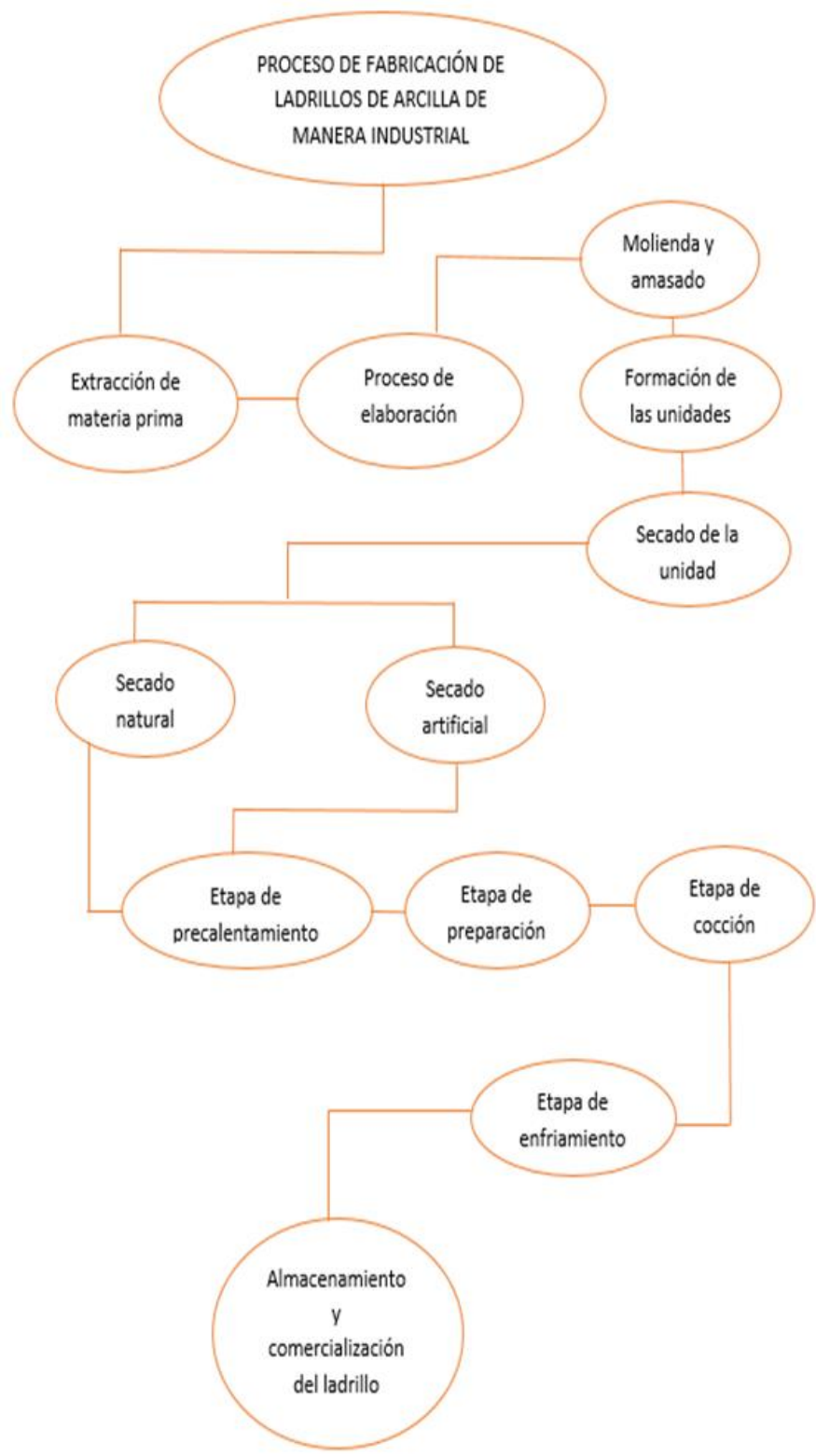


Figura N° 15: Proceso de fabricación de ladrillos de arcilla de manera industrial
Fuente: Propia

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método y Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo Descriptivo, según Hernández, Fernández, Pilar (2010) **Metodología de la Investigación**, Quinta Edición, mencionan que los estudios descriptivos buscan especificar características y rasgos importantes de cualquier fenómeno, así mismo sirven mostrar precisión sobre lo que se está investigando.

Descriptivo	Busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.	Es útil mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación.
-------------	--	--

Figura N° 16: Estudios descriptivos

Fuente: Hernández, Fernández, & Baptista (2010)

Así mismo es No Experimental, ya que las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo de dichas variables ni se puede influir sobre ellas porque ya sucedieron al igual que sus efectos.

Por todo lo expuesto, nuestra investigación es de tipo descriptivo no experimental.

3.2. Población de Estudio

La población de la investigación, será las ladrilleras artesanales que producen ladrillo de arcilla en el distrito de Monsefú, de todas ellas se elegirán a dos que son las que acaparan en mayor parte la producción del mismo.

3.3. Diseño Muestral

Para el diseño muestral, se tomará en cuenta la Norma Técnica Peruana 399.613, la cual nos dará la pauta para los métodos de muestreo en los ladrillos de arcilla en general.

Agregar que, por motivos de logística y tiempo, con el soporte de la NTP 399.613 se procederá a elegir lotes de 10 ladrillos de cada una de las dos ladrilleras designadas.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Se procederá con la observación, apuntes y revisión de documentos, lo que nos dará el soporte que se necesita para que los resultados sean los correctos y con alto nivel de confiabilidad.

Para los instrumentos de recolección de datos, usaremos fichas de datos, maquinaria de los laboratorios de la Universidad Ricardo Palma que nos permitan conocer las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería llevadas al laboratorio (Ladrillos artesanales de arcilla de Monsefú)

3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Para el procesamiento y análisis de datos, se usará el software Word (2016), Excel (2016) y Power point (2016), así mismo se tendrá presente la E-070.

3.6. Determinación de las Propiedades Básicas del Ladrillo

3.6.1. Físicas

Según la norma Norma Técnica Peruana, Itintec 331.017, las propiedades físicas del ladrillo de arcilla son las siguientes:

3.6.1.1. Alabeo

El Alabeo es la “propiedad que permite determinar la deformación curvilínea que presentan las unidades de albañilería en la superficie de sus caras, siendo cóncavo o convexo; donde establece que, a un mayor alabeo, mayor será el espesor de las juntas de mortero; y hasta se puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad”.¹³

Para realizar este ensayo, según la PNPT 399.613-2017 se debe tener una superficie plana de mínimo 300 mm x 300 mm, 10 especímenes seleccionados, una escobilla, una regla de metal y una cuña de medición, de 60 mm de longitud por 12.5 mm de ancho y 12.5 de espesor, esta deberá estar graduada y numerada en divisiones de 1 mm.

¹³ Norma Itintec 331.017, 1978

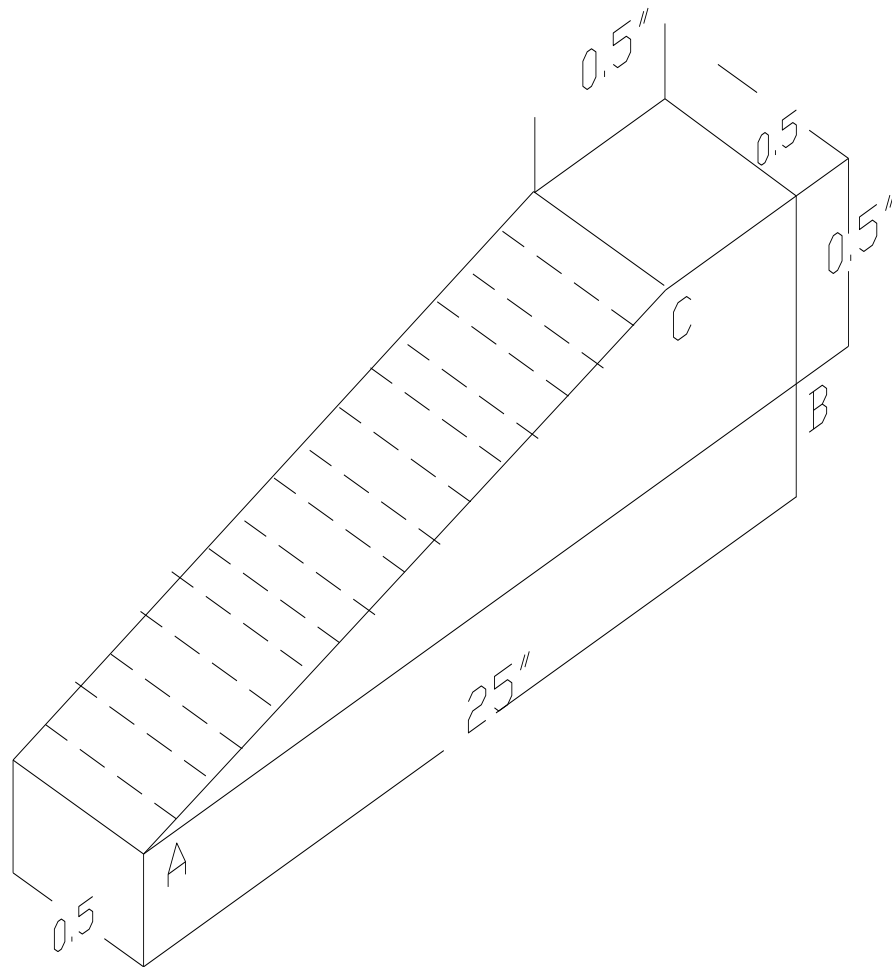


Figura N° 17: Cuña de medición para alabeo

Fuente: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales (2017)

El procedimiento, se limpia el ladrillo de toda muestra de polvo con la escobilla y coloca en una superficie plana, con una regla, de metal de preferencia, se superpone al ladrillo ya sea de forma longitudinal o diagonal. Se introduce la cuña, en el punto correspondiente de flecha máxima, y se efectúa la lectura en milímetros; esto se debe hacer en ambas caras del ladrillo y no debe sobrepasar los valores permitidos.

Este procedimiento es parecido tanto en concavidad como en convexidad.



Figura N° 18: Convex edge

Fuente: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales (2017)



Figura N° 19: Concave edge

Fuente: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales (2017)

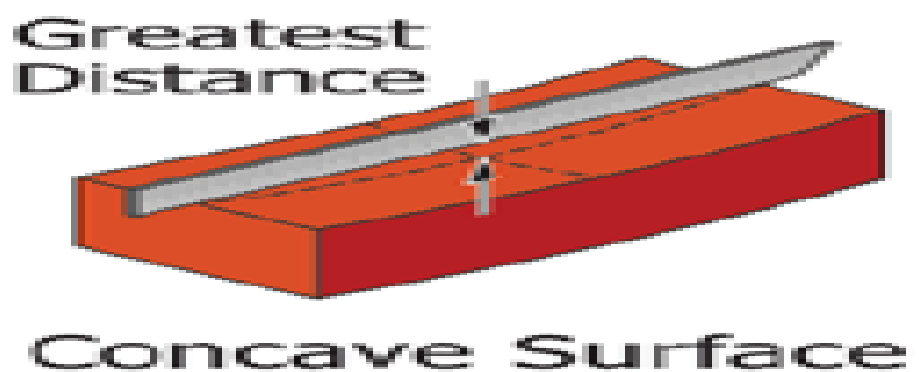


Figura N° 20: Concave surface

Fuente: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales (2017)

3.6.1.2. Succión

Permite conocer si el mortero tiene una rápida pérdida de humedad, lo que se puede transformar en una adhesión pobre e incompleta. Esto origina uniones entre ladrillo y mortero de baja resistencia y bastante permeables al agua.

Esta propiedad no está normada como requisito ya que todo el ladrillo investigado excede el límite; sin embargo, se incluye la prueba de succión para aquellos ladrillos de arcilla que eventualmente puedan no requerir el tratamiento de saturado con agua.¹⁴

La succión se calcula con la siguiente formula.

$$S = 200 * \frac{Psuc - Psec}{AreaBruta}$$

Donde:

- S: Succión
- Psuc: Peso en gramos de la unidad, luego de ser sumergido en agua durante un minuto.
- Psec: Peso seco en gramos de la unidad luego de permanecer en el horno.
- AreaBruta: Ancho por largo en centímetros cuadrados.

3.6.1.3. Absorción

Nos permite conocer si el ladrillo se encuentra en buenas condiciones para su construcción, a través de esta se evalúa la cantidad de agua que absorbe por cada unidad de albañilería.

Esta propiedad nos indica la diferencia que existe entre el peso de la unidad mojada y la unidad seca con respecto a la unidad seca.¹⁵

La Norma Técnica Peruana, 339.613 nos indica que se deberán ensayar mínimo cinco unidades, el primer paso es colocar a secar el ladrillo en el horno, después que el ladrillo esté seco, se procede a pesarlo. Posteriormente se coloca el ladrillo en agua, sumergido durante 24 horas,

¹⁴ Norma Itintec 331.017, 1978

¹⁵ Norma Itintec 331.017, 1978

a una temperatura entre 15.5 °C a 30 °C; se retira el espécimen, se seca el agua superficial que pueda quedar en él y se procede a pesarlo, hay que hacer mucho hincapié que esto se debe hacer máximo durante los cinco minutos siguientes.

La Norma Técnica Peruana establece la siguiente formula:

$$A = \frac{Ps - Pseco}{Pseco} * 100$$

Donde:

- A: Absorción (%)
- P.s: Peso saturado en gramos.
- Pseco: Peso seco en gramos.

3.6.1.4. Variabilidad Dimensional

En general no existe el ladrillo perfecto, ya que la misma fabricación de ellos genera imperfecciones, justamente estas imperfecciones llevan a establecer juntas entre cada ladrillo, las cuales son de mortero, muchas veces estas mayores a lo conveniente, a mayores imperfecciones, mayores juntas, las dimensiones de la unidad se expresan como:

- l: Largo.
- b: Ancho.
- h: Altura.

Todo esto en centímetros; para que la albañilería sea considerada de buena calidad, la junta entre cada ladrillo debe estar entre 10 mm a 12 mm de espesor, una variación mayor a 3 mm de la junta, disminuye aproximadamente un 15% la resistencia.

El desarrollo del ensayo es siguiendo la Norma Técnica Peruana 399.613, las unidades se medirán de forma individual con una regla de acero, esta tendrá divisiones al milímetro, o en todo caso un calibrador con escalas de 25 mm a 30 mm y que tenga cabezales paralelos.

La norma técnica peruana también nos exige que las unidades estén secas y sean representativas de cada bloque, el número mínimo es de 10 unidades.

La fórmula es la siguiente:

$$V = \frac{(ME - MP)}{ME} * 100$$

Donde:

- V: Variabilidad dimensional (%).
- ME: Medida especificada por el fabricante, en milímetros.
- MP: Medida promedio, expresada en milímetros.

3.6.2. Mecánicas

3.6.2.1. Resistencia a la Compresión

Nos permite conocer el esfuerzo máximo que podrá resistir el ladrillo antes de su falla, ayuda a verificar la calidad del material utilizado.

La fórmula para calcular la resistencia a la compresión en cada ladrillo es:

$$fb = \frac{Pmax}{A}$$

Donde:

- fb: Resistencia a la compresión del espécimen.
- Pmax: Máxima carga en N indicada en la máquina de ensayo.
- A: Promedio del área bruta entre las áreas superior e inferior del espécimen.

Esta fórmula está dada por la Norma Técnica Peruana 399.613.

Se deberán ensayar mínimo cinco especímenes, estas unidades deben estar secas y ser representativas del lote, estar sin rajaduras, ni astillas.

Para proceder a este ensayo, una vez que se ha seleccionado los cinco especímenes de cada lote, se procede a hacer un recubrimiento con yeso y/o cemento, esta capa, tanto arriba como abajo del ladrillo permite uniformizar los extremos que se someterán a la presión de la máquina compresora.

Una vez que se ha recubierto con una capa, se procede a secar el ladrillo 24 horas, ya seco, se verifica que las caras sean paralelas y se espera por lo menos dos horas antes de realizar el ensayo.

Por la máquina utilizada en el laboratorio y para efectos de comparación con las resistencias mínimas de la Norma E.070 y según Bonett, utilizaremos la unidad Kgf/cm² para este ensayo.

3.6.2.2. Resistencia a la Compresión en Pilas

Es la capacidad para determinar la resistencia a la compresión de la albañilería, consiste en construir un grupo de ladrillos apilados, todo esto asentado con mortero.

Según la Norma E-070 estos son elaborados en la misma forma que se construyera un muro, el espesor indicado por la norma, así también como la humedad y consistencia del mortero que poseen los ladrillos de construcción.

La fórmula es la siguiente:

$$f_m = C * \left(\frac{P_{max}}{A_b} \right)$$

Donde:

- fm: Resistencia a la compresión axial (kg/cm²).
- Pmax: Carga máxima que resiste la pila (kg/cm²).
- Ab: Área bruta transversal a la fuerza (cm²).
- C: Es el coeficiente de corrección de esbeltez.

Tabla 1

Factores de corrección de f'm por esbeltez

Factores de correccion de f'm por esbeltez						
Esbeltez	2.00	2.50	3.50	4.00	4.50	5.00
Coeficiente "C"	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Según San Bartolomé, A. (1994), las pilas de ladrillos fallan principalmente por tracción ortogonal a la compresión aplicada (grieta

vertical), ya que el mortero trata de expandirse, esto quiere decir que el mortero trabaja en compresión, mientras el ladrillo en tracción lateral.

Gallegos, H. y Casabonne, C. 2005 sostiene que el prisma o pila de ladrillo debe deformarse lo mismo que un muro real, la expansión lateral del mortero está restringida a la expansión del ladrillo, por el efecto de adherencia, entonces el mortero está sometido a una compresión triaxial y el ladrillo a una compresión axial y una tracción biaxial.

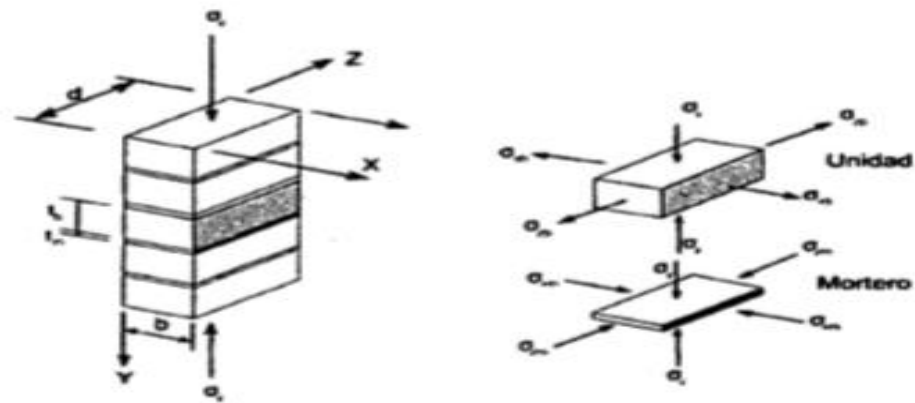


Figura N° 21: Esfuerzos en el ladrillo
Fuente: Gallegos & Casabonne (2005)

3.6.2.3. Resistencia a la Flexo-Tracción

La tracción y Flexo-tracción son términos muy empleados en la ing. Civil puesto que son esfuerzos que se presentan con mucha regularidad en una construcción.

Se define la tracción como el esfuerzo interno al que es sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo. Por lo tanto, los cuerpos que trabajan a tracción deben estar diseñados de manera tal que resista la fuerza y no ceda a la deformación. Dentro de este concepto podemos encontrar principalmente cables como los de un puente colgante. Estos al estar sometidos a tracción deben tener la fuerza necesaria para resistir el peso y evitar que el puente caiga.

Por otra parte, la Flexo-tracción es un caso muy común en vigas, puesto que en ella se presentan fuerzas en sentido perpendicular a su eje que tienden a doblarla esto genera que la viga flexione y a su vez presente un

esfuerzo de tracción en la parte baja de la viga, por lo tanto, estas tienen que ser diseñadas para recibir la combinación de ambos esfuerzos.

El ensayo consiste en someter a una unidad de ladrillo a una acción de una carga concentrada.

La fórmula que se aplica es la siguiente:

$$f = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Donde:

P: Carga máxima aplicada al espécimen.

L: Longitud de los apoyos.

B: Ancho de la unidad.

H: Altura de la unidad.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Para los ensayos realizados se tomaron como referencia dos de las ladrilleras artesanales más importantes del Distrito de Monsefú. Las dos se encuentran ubicadas en dos caseríos cerca de la ciudad de Monsefú.

Sus modos artesanales en la fabricación de ladrillo de arcilla son bastante parecidos, no usan material de préstamo, sino su propio material, el cual es obtenido en las tierras de chacra sobre las cuales se encuentran.

Ladrillera María Luisa, se llama de esta manera por la dueña, María Luisa Díaz, se encuentra a la entrada del caserío de Pomape, desde la carretera Chiclayo – Monsefú, a la entrada hacia la derecha, unos 150 metros de la carretera, esta ladrillera se caracteriza porque el material que usan para la fabricación del ladrillo es algo salitroso en palabras de las personas de Monsefú, esta ladrillera trabaja los doce meses del año, sin detenerse. Sobre este punto, la eflorescencia del ladrillo del distrito de Monsefú, alguna tesis debería investigar más a profundidad, por motivos de tiempo y económicos no se tocó este punto. Su producción es 26 millares cada 20 días y como la mayoría de ladrilleras artesanales de la zona, le compran la pajilla de arroz que usan en su mezcla a Molino Horizonte, que es el más grande del Distrito.

Ladrillera Elías, en honor a su dueño, Elías Yuen, es una ladrillera artesanal de más corte familiar, ha pasado del padre al hijo. La ubicación es desde la ciudad de Monsefú, dirigiéndose hacia la Panamericana Norte, unos 2 kilómetros hacia la derecha, es en esta ladrillera donde pudimos acceder a más información que la primera. Produce aproximadamente 70,000 ladrillos por mes en tandas de 35,000 ladrillos cada 15 días, tienen dos personas permanentes labrando el moldeado del ladrillo; para la producción de 1200 a 1400 ladrillos usan 6 sacos de arena, 4 sacos de pajilla de arroz, un poco de ceniza de ladrillo, para la ceniza se basan en la experiencia en como sienten que va el mezclado del material, el moldeado de ladrillo lo hacen desde las 3 am a 9 am.

El material principal, tierra arcillosa la sacan de la misma tierra donde se encuentran, es tierra de chacra, que cuando no la están utilizando en la fabricación, la usan para sembríos, entre los sembríos que se dan es arroz, yuca, camote, pepinillo.

4.1. Ensayo de variación dimensional.



Fotografía N° 20: Medidas para el cálculo de la Variación Dimensional

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma.

La variación dimensional de la ladrillera María Luisa es de máximo 1.17%, con respecto a las medidas indicadas por el fabricante, esto corresponde al ancho del ladrillo, las medidas indicadas por el fabricante son 210 milímetros de largo, 120 milímetros de ancho y 65 milímetros de altura, también tiene un máximo de coeficiente de variación de 1.17%, que corresponde al largo del ladrillo.

Por otro lado, a la ladrillera Elías, las medidas indicadas por el fabricante son 200 milímetros de largo, 120 milímetros de ancho y 70 milímetros de alto, su variación dimensional es un máximo de 2.13% correspondiente al alto de los especímenes, su coeficiente de variación es un máximo de 1.76% correspondiente al lato de la unidad.

Tabla 2

Muestra de la ladrillera María Luisa – Variabilidad Dimensional


	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA									
	FACULTAD DE INGENIERÍA									
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES									
	ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL									
NORMA	NTP 399.613						FECHA	Jul-19		
PROCEDENCIA	LADRILLERA MARÍA LUISA									
REALIZADO POR	LUIS FERNANDO RIVASPLATA SAMAMÉ									
	JOSÉ MIGUEL CHICCHÓN SALDAÑA									
SUPERVISADOR POR	ING. ENRIQUETA PEREYRA SALARDI									
ESPECIMEN	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)			
	L1	L2	PROMEDIO	L1	L2	PROMEDIO	L1	L2	PROMEDIO	
Ladrillo 1	20.70	20.70	20.70	12.00	12.10	12.05	6.30	6.20	6.25	
Ladrillo 2	21.10	20.00	20.55	12.10	12.20	12.15	6.60	6.60	6.60	
Ladrillo 3	20.70	20.70	20.70	12.10	12.00	12.05	6.40	6.40	6.40	
Ladrillo 4	20.50	20.40	20.45	12.30	12.10	12.20	6.60	6.60	6.60	
Ladrillo 5	20.80	20.70	20.75	12.10	12.20	12.15	6.50	6.50	6.50	
Ladrillo 6	21.20	20.90	21.05	12.10	12.10	12.10	6.40	6.60	6.50	
Ladrillo 7	20.90	20.70	20.80	12.10	12.10	12.10	6.60	6.50	6.55	
Ladrillo 8	20.40	20.60	20.50	12.10	12.10	12.10	6.40	6.40	6.40	
Ladrillo 9	21.10	21.30	21.20	12.20	12.30	12.25	6.40	6.60	6.50	
Ladrillo 10	21.00	20.90	20.95	12.30	12.20	12.25	6.50	6.60	6.55	

Tabla 3

Resumen de los cálculos de la ladrillera María Luisa – Variabilidad Dimensional

Resumen de los calculos - Variabilidad dimensional - Maria Luisa			
Características	Largo	Ancho	Alto
Medida brindada por el Fabricante	210.00	120.00	65.00
Desviacion Estandar	0.24	0.07	0.11
Medias Promedio (mm)	207.65	121.40	64.85
Coficiente de Variacion (c.v.)	1.17%	0.61%	1.67%
Variación Dimensional	-1.12%	1.17%	-0.23%

Tabla 4

Muestra de la ladrillera Elías – Variabilidad Dimensional


	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA									
	FACULTAD DE INGENIERÍA									
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES									
	ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL									
NORMA	NTP 399.613						FECHA	Jul-19		
PROCEDENCIA	LADRILLERA ELÍAS									
REALIZADO POR	LUIS FERNANDO RIVASPLATA SAMAMÉ									
	JOSÉ MIGUEL CHICCHÓN SALDAÑA									
SUPERVISADOR POR	ING. ENRIQUETA PEREYRA SALARDI									
ESPECIMEN	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)			
	L1	L2	PROMEDIO	L1	L2	PROMEDIO	L1	L2	PROMEDIO	
Ladrillo 1	20.60	20.50	20.55	12.20	12.20	12.20	7.00	6.90	6.95	
Ladrillo 2	20.40	20.40	20.40	12.20	12.30	12.25	7.00	7.00	7.00	
Ladrillo 3	20.40	20.50	20.45	12.30	12.30	12.30	6.90	7.00	6.95	
Ladrillo 4	20.40	20.30	20.35	12.20	12.40	12.30	7.00	6.90	6.95	
Ladrillo 5	20.50	20.50	20.50	12.40	12.30	12.35	6.70	7.00	6.85	
Ladrillo 6	20.40	20.40	20.40	12.00	12.20	12.10	7.00	7.10	7.05	
Ladrillo 7	20.20	20.20	20.20	12.20	12.20	12.20	7.10	7.10	7.10	
Ladrillo 8	20.60	20.40	20.50	12.10	12.30	12.20	6.80	7.10	6.95	
Ladrillo 9	20.50	20.40	20.45	12.30	12.30	12.30	6.90	7.00	6.95	
Ladrillo 10	20.40	20.40	20.40	12.40	12.30	12.35	6.90	7.70	7.30	

Tabla 5

Resumen de los cálculos de la ladrillera Elías – Variabilidad Dimensional

Resumen de los calculos - Variabilidad dimensional - Elías			
Características	Largo	Ancho	Alto
Medida brindada por el Fabricante (mm)	200.00	120.00	70.00
Desviación Estandar (σ)	0.10	0.08	0.12
Medias Promedio (mm)	204.20	122.55	70.05
Coficiente de Variacion (c.v.)	0.48%	0.65%	1.76%
Variación Dimensional	2.10%	2.13%	0.07%

Tabla 6

Juntas de las ladrilleras

Muestras	Desviación Estandar	Junta calculada = $4 \text{ mm} + 2 \sigma$
Ladrillera María Luisa	0.24	4.48
Ladrillera Elías	0.12	4.24

4.2. Ensayo de Alabeo

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 7

Muestra de la ladrillera María Luisa - Alabeo


	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	ENSAYO DE ALABEO			
NORMA	NTP 399.613		FECHA	Jul-19
PROCEDENCIA	LADRILLERA MARÍA LUISA			
REALIZADO POR	LUIS FERNANDO RIVASPLATA SAMAMÉ			
	JOSÉ MIGUEL CHICCHÓN SALDAÑA			
SUPERVISADOR POR	ING. ENRIQUETA PEREYRA SALARDI			
ESPECIMEN	CARA A		CARA B	
	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
Ladrillo 1	2.00	0.00	1.00	0.00
Ladrillo 2	1.00	0.00	0.00	1.00
Ladrillo 3	0.00	0.00	0.00	1.00
Ladrillo 4	1.00	0.00	1.00	0.00
Ladrillo 5	0.00	5.00	1.00	1.00
Ladrillo 6	5.00	0.00	0.00	0.00
Ladrillo 7	5.00	0.00	0.00	2.00
Ladrillo 8	1.00	0.00	0.00	1.00
Ladrillo 9	1.00	0.00	1.00	1.00
Ladrillo 10	0.00	0.00	1.00	0.00

Tabla 8

Alabeo en ladrillera María Luisa

Resumen de los ensayos de Alabeo - Maria Luisa	
Detalles	Medidas (mm)
Concavo	1.05
Convexo	0.60

Tabla 9

Muestra de la ladrillera Elías - Alabeo


	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	ENSAYO DE ALABEO			
NORMA	NTP 399.613		FECHA	Jul-19
PROCEDENCIA	LADRILLERA ELÍAS			
REALIZADO POR	LUIS FERNANDO RIVASPLATA SAMAMÉ			
	JOSÉ MIGUEL CHICCHÓN SALDAÑA			
SUPERVISADOR POR	ING. ENRIQUETA PEREYRA SALARDI			
ESPECIMEN	CARA A		CARA B	
	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
Ladrillo 1	2.00	0.00	1.00	0.00
Ladrillo 2	1.00	0.00	0.00	1.00
Ladrillo 3	0.00	0.00	0.00	1.00
Ladrillo 4	1.00	0.00	1.00	0.00
Ladrillo 5	0.00	5.00	1.00	0.00
Ladrillo 6	5.00	0.00	0.00	0.00
Ladrillo 7	5.00	0.00	0.00	2.00
Ladrillo 8	1.00	0.00	0.00	1.00
Ladrillo 9	1.00	0.00	1.00	0.00
Ladrillo 10	0.00	0.00	1.00	0.00

Tabla 10

Alabeo en ladrillera Elías

Resumen de los ensayos de Alabeo - Elías	
Detalles	Medidas (mm)
Concavo	1.05
Convexo	0.50

Como podemos verificar en los resultados, si nos ceñimos si y solo si a la Norma técnica Peruana E-070, las dos ladrilleras artesanales designadas calificarían como Ladrillo tipo V. También cabe resaltar, como mencionamos líneas arriba, si las juntas exceden un promedio determinado, la resistencia puede disminuir hasta el 15% adicional, además, al formarse “cangrejas” en las zonas de mayor alabeo, pero por lo que se puede observar, no existirá este problema, porque el alabeo máximo obtenido en promedio no excede los 2 mm, que en este caso es para el ladrillo tipo V.

4.3. Ensayo de Succión



Fotografía N° 21: Ensayo de succión.

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma.

La Norma E-070 detalla que, si los ladrillos superan los valores permitidos, estos deben ser humedecidos unas 10 a 15 horas antes del asentamiento y durante un periodo de aproximadamente 30 minutos.



Fotografía N° 22: Pesado de los ladrillos

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma.

Los resultados que hemos obtenido son los siguientes:

Tabla 11

Muestra de la ladrillera María Luisa – Succión


	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA									
	FACULTAD DE INGENIERÍA									
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES									
	ENSAYO DE SUCCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA									
NORMA	NTP 399.613						FECHA	Jul-19		
PROCEDENCIA	LADRILLERA MARÍA LUISA									
REALIZADO POR	LUIS FERNANDO RIVAS PLATA SAMAMÉ									
	JOSÉ MIGUEL CHICCHÓN SALDAÑA									
SUPERVISADOR POR	ING. ENRIQUETA PEREYRA SALARDI									
ESPECIMEN	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ÁREA (cm ²)	P.SECO (gr)	P.HÚMEDO (gr)	SUCCIÓN
	L1	L2	PROMEDIO	L1	L2	PROMEDIO				
Ladrillo 1	20.70	20.70	20.70	12.00	12.10	12.05	249.44	2306.50	2485.10	143.20
Ladrillo 2	21.10	20.00	20.55	12.10	12.20	12.15	249.68	2317.50	2488.60	137.05
Ladrillo 3	20.70	20.70	20.70	12.10	12.00	12.05	249.44	2202.07	2346.20	115.57
Ladrillo 4	20.50	20.40	20.45	12.30	12.10	12.20	249.49	2230.80	2367.70	109.74
Ladrillo 5	20.80	20.70	20.75	12.10	12.20	12.15	252.11	2308.60	2452.80	114.39
Ladrillo 6	21.20	20.90	21.05	12.10	12.10	12.10	254.71	2265.40	2427.50	127.28
Ladrillo 7	20.90	20.70	20.80	12.10	12.10	12.10	251.68	2204.50	2352.80	117.85
Ladrillo 8	20.40	20.60	20.50	12.10	12.10	12.10	248.05	2292.70	2420.60	103.12
Ladrillo 9	21.10	21.30	21.20	12.20	12.30	12.25	259.70	2383.60	2544.50	123.91
Ladrillo 10	21.00	20.90	20.95	12.30	12.20	12.25	256.64	2340.70	2482.60	110.58

Tabla 12

Succión en ladrillera María Luisa

Resumen de los resultados - Ensayo Succion - María Luisa	
Succión Promedio	120.22
Desviación Estandar (σ)	12.63
Coficiente de Variación (c.v.)	10.51%

Tabla 13

Muestra de la ladrillera Elías – Succión


	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA									
	FACULTAD DE INGENIERÍA									
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES									
	ENSAYO DE SUCCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA									
NORMA	NTP 399.613						FECHA	Jul-19		
PROCEDENCIA	LADRILLERA ELÍAS									
REALIZADO POR	LUIS FERNANDO RIVAS PLATA SAMAMÉ									
	JOSÉ MIGUEL CHICCHÓN SALDAÑA									
SUPERVISADOR POR	ING. ENRIQUETA PEREYRA SALARDI									
ESPECIMEN	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ÁREA (cm ²)	P.SECO (gr)	P.HÚMEDO (gr)	SUCCIÓN
	L1	L2	PROMEDIO	L1	L2	PROMEDIO				
Ladrillo 1	20.60	20.50	20.55	12.20	12.20	12.20	250.71	2589.90	2687.00	77.46
Ladrillo 2	20.40	20.40	20.40	12.20	12.30	12.25	249.90	2738.00	2826.10	70.51
Ladrillo 3	20.40	20.50	20.45	12.30	12.30	12.30	251.54	2554.40	2665.80	88.58
Ladrillo 4	20.40	20.30	20.35	12.20	12.40	12.30	250.31	2684.10	2764.30	64.08
Ladrillo 5	20.50	20.50	20.50	12.40	12.30	12.35	253.18	2477.50	2630.60	120.94
Ladrillo 6	20.40	20.40	20.40	12.00	12.20	12.10	246.84	2411.10	2513.10	82.64
Ladrillo 7	20.20	20.20	20.20	12.20	12.20	12.20	246.44	2547.90	2663.60	93.90
Ladrillo 8	20.60	20.40	20.50	12.10	12.30	12.20	250.10	2503.70	2614.50	88.60
Ladrillo 9	20.50	20.40	20.45	12.30	12.30	12.30	251.54	2537.50	2660.80	98.04
Ladrillo 10	20.40	20.40	20.40	12.40	12.30	12.35	251.94	2532.30	2658.10	99.87

Tabla 14

Succión en ladrillera Elías

Resumen de los resultados - Ensayo Succion -Elias	
Succion Promedio	88.46
Desviacion Estandar (σ)	16.25
Coeficiente de Variacion (c.v.)	18.38%

Como podemos evaluar, las dos ladrilleras seleccionadas tienen valores de succión altos, superan los valores permitidos por lo que no clasifican según la PNTP 399.613-2017.

Tabla 15

Clasificación según resultado de succión en las ladrilleras en estudio

Succión		Clasificación según la norma PNTD 399.613-2017
Ladrillera	Gr/200cm ² /min	
Ladrillera Maria Luisa	120.22	No Clasifica
Ladrillera Elias	88.46	No Clasifica

También, según Angel San Bartolomé (1988), la succión del ladrillo debe tener estar comprendida entre 10 y 20 gr/200cm²/min, y por los resultados que hemos obtenido, se supera ampliamente este límite.

Los ladrillos deben ser tratados antes de su asentamiento, según la E-070, este tratamiento lo explicamos líneas arriba.

4.4. Ensayo de Absorción



Fotografía N° 23: Sumergido de los ladrillos en el agua por 24 horas.

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma.

San Bartolomé (1998), indica que los valores de absorción para los ladrillos de arcilla no deben exceder el 22%.



Fotografía N° 24: Retirado del ladrillo del agua para pesarlo.

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma.



Fotografía N° 25: Colocación de los ladrillos en el horno

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma.

Como podemos verificar en las tablas adjuntas, ninguna de las dos ladrilleras ha excedido el porcentaje de absorción indicado, por lo que las dos ladrilleras cumplen con el promedio indicado.

Tabla 16

Muestra de la ladrillera María Luisa – Absorción


	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA		
NORMA	NTP 399.613	FECHA	Jul-19
PROCEDENCIA	LADRILLERA MARÍA LUISA		
REALIZADO POR	LUIS FERNANDO RIVASPLATA SAMAMÉ		
	JOSÉ MIGUEL CHICCHÓN SALDAÑA		
SUPERVISADOR POR	ING. ENRIQUETA PEREYRA SALARDI		
ESPECIMEN	P.SECO (gr)	P.SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
Ladrillo 1	2277.40	2689.00	18.07
Ladrillo 2	2313.60	2734.30	18.18
Ladrillo 3	2186.40	2606.80	19.23
Ladrillo 4	2201.30	2622.30	19.13
Ladrillo 5	2304.20	2721.60	18.11
Ladrillo 6	2268.10	2688.30	18.53
Ladrillo 7	2218.70	2632.60	18.66
Ladrillo 8	2288.30	2701.50	18.06
Ladrillo 9	2381.10	2818.30	18.36
Ladrillo 10	2356.80	2782.30	18.05

Tabla 17

Absorción en ladrillera María Luisa

Resultados de los ensayos de Absorción - María Luisa	
Absorción Promedio (%)	18.44
Desviación Estandar (σ)	0.44
Coeficiente de Variación (c.v.)	2.39%

Tabla 18

Muestra de la ladrillera Elías – Absorción


	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA		
NORMA	NTP 399.613	FECHA	Jul-19
PROCEDENCIA	LADRILLERA ELÍAS		
REALIZADO POR	LUIS FERNANDO RIVASPLATA SAMAMÉ		
	JOSÉ MIGUEL CHICCHÓN SALDAÑA		
SUPERVISADOR POR	ING. ENRIQUETA PEREYRA SALARDI		
ESPECIMEN	P.SECO (gr)	P.SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
Ladrillo 1	2538.20	3057.10	20.44
Ladrillo 2	2565.10	3094.70	20.65
Ladrillo 3	2459.90	2987.50	21.45
Ladrillo 4	2596.60	3147.10	21.20
Ladrillo 5	2463.80	2995.00	21.56
Ladrillo 6	2407.30	2932.50	21.82
Ladrillo 7	2547.80	3050.40	19.73
Ladrillo 8	2504.00	3008.90	20.16
Ladrillo 9	2538.00	3083.60	21.50
Ladrillo 10	2533.20	3040.90	20.04

Tabla 19

Absorción en ladrillera Elías

Resultados de los ensayos de Absorción - Elías	
Absorción Promedio (%)	20.85
Desviación Estandar (σ)	0.74
Coeficiente de Variación (c.v.)	3.55%

4.5. Ensayo de Resistencia a la Compresión



Fotografía N° 26: Colocación de la capa de yeso antes del ensayo de compresión.
Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma.



Fotografía N° 27: La máquina para hacer el ensayo de compresión.
Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma.

Los ensayos a compresión se hicieron con cinco especímenes de cada ladrillera, siguiendo las especificaciones técnicas de la norma PNTP 399.613-2017

Siguiendo la formula, la fb se calculó dividiendo la carga de rotura entre el área bruta del ladrillo donde el f'cb se obtiene restando al fb la desviación estándar obtenida.

También se hizo el cálculo del módulo de elasticidad del ladrillo ensayado, se usó la siguiente formula¹⁶

$$Eb = 300 * f'cb$$

Donde

Eb : Modulo de elasticidad.

f'cb : Resistencia a la compresión del ladrillo menos la desviación estándar



Fotografía N° 28: Ladrillos ensayados en compresión

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma.

Debemos agregar algunos cálculos de la resistencia de ciertos materiales que atañen al tema.

¹⁶ Sahlin (1971)

Tabla 20

Resistencia a la compresión. Bonnet 2003

Material	Intervalo de f'_{cb} (kg/cm ²)
Piedra	410 < f'_{cb} < 1000
Concreto macizo	150 < f'_{cb} < 250
Arcilla	50 < f'_{cb} < 200
Concreto ligero	40 < f'_{cb} < 60
Adobe	10 < f'_{cb} < 15

Los resultados son los siguientes:

Tabla 21

Muestra de la ladrillera María Luisa – Resistencia a la compresión


	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA								
	FACULTAD DE INGENIERÍA								
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
	ENSAYO DE CÁLCULO DE LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA								
NORMA	NTP 399.613						FECHA	Jul-19	
PROCEDENCIA	LADRILLERA MARÍA LUISA								
REALIZADO POR	LUIS FERNANDO RIVAS PLATA SAMAMÉ								
	JOSÉ MIGUEL CHICCHÓN SALDAÑA								
SUPERVISADOR POR	ING. ENRIQUETA PEREYRA SALARDI								
ESPECIMEN	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ÁREA (cm ²)	Kg-f	Kg-f/cm ²
	L1	L2	PROMEDIO	L1	L2	PROMEDIO			
Ladrillo 1	21.10	20.00	20.55	12.10	12.20	12.15	249.68	5475.20	21.93
Ladrillo 2	20.80	20.70	20.75	12.10	12.20	12.15	252.11	11236.10	44.57
Ladrillo 3	20.90	20.70	20.80	12.10	12.10	12.10	251.68	9033.30	35.89
Ladrillo 4	20.70	20.70	20.70	12.10	12.00	12.05	249.44	6798.10	27.25
Ladrillo 5	20.10	20.50	20.30	12.00	12.00	12.00	243.60	7210.80	29.60

Tabla 22

Resistencia a la compresión en ladrillera María Luisa

Resumen de los resultados - Ladrillera Maria Luisa.	
Características	Resultados
Resistencia a la compresion (f_c - promedio)	31.85 Kg-f/cm ²
Desviacion Estandar	8.70
Coficiente de Variacion (c.v.)	27.31%
Resistencia a la compresion (f_{cb})	23.15 Kg-f/cm ²

Tabla 23

Muestra de la ladrillera Elías – Resistencia a la compresión


	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA								
	FACULTAD DE INGENIERÍA								
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
	ENSAYO DE CÁLCULO DE LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA								
NORMA	NTP 399.613						FECHA	Jul-19	
PROCEDENCIA	LADRILLERA ELÍAS								
REALIZADO POR	LUIS FERNANDO RIVAS PLATA SAMAMÉ								
	JOSÉ MIGUEL CHICCHÓN SALDAÑA								
SUPERVISADOR POR	ING. ENRIQUETA PEREYRA SALARDI								
ESPECIMEN	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ÁREA (cm ²)	Kg-f	Kg-f/cm ²
	L1	L2	PROMEDIO	L1	L2	PROMEDIO			
Ladrillo 1	20.40	20.40	20.40	12.20	12.30	12.25	249.90	7725.40	30.91
Ladrillo 2	20.50	20.40	20.45	12.30	12.30	12.30	251.54	8421.70	33.48
Ladrillo 3	20.40	20.30	20.35	12.20	12.40	12.30	250.31	7481.50	29.89
Ladrillo 4	20.50	20.50	20.50	12.40	12.30	12.35	253.18	6884.30	27.19
Ladrillo 5	20.40	20.40	20.40	12.40	12.30	12.35	251.94	7773.10	30.85

Tabla 24

Resistencia a la compresión en ladrillera Elías

Muestra de la ladrillera Elías	
Características	Resultados
Resistencia a la compresion ($f'c$ - promedio)	30.47 Kg-f/cm ²
Desviacion Estandar	2.26
Coficiente de Variacion (c.v.)	7.43%
Resistencia a la compresion ($f'cb$)	28.20 Kg-f/cm ²

Interpretando los resultados, podemos ver que ninguno de los especímenes ensayados cumple con los estándares de compresión requeridos, según Bonnet (2003), la resistencia mínima debe ser 50 kg/cm².

La norma E-070, nos especifica que, para el ladrillo tipo I, la resistencia mínima debe ser 50 kg/cm², igualmente si lo comparamos con la norma de albañilería ININVI (1982), los resultados no debieron bajar de 60 kg/cm² y, por último, según la norma técnica peruana 331.017, la resistencia mínima a la compresión debió ser 10MPa que es aproximadamente 100 kg/cm².

4.6. Ensayo de Tracción por Flexión



Fotografía N° 29: Ensayo de Flexo-tracción

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma.

Como establecemos en las fotos, se procedió a realizar el ensayo de Flexo-tracción o tracción por flexión, por desgracia los equipos del laboratorio del laboratorio de materiales, de la Universidad Ricardo Palma, contabilizaron cero, lo que nos indica que la resistencia al flexo tracción de los ladrillos es muy poca.



Fotografía N° 30: Ensayo de Flexo-tracción.

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma.



Fotografía N° 31: Ensayo de Flexo-tracción.

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma.

4.7. Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pila de Ladrillos

A raíz de la falla de los ensayos en tracción por flexión, nuestra asesora, la Ing. Enriqueta Pereyra Salardi, recomendó realizar el ensayo a compresión en una pila de ladrillos, lo cual se procedió a ejecutarlo.

Este ensayo no estaba considerado en la presente tesis, por lo que el material que se tenía era muy limitado, aun así, se logró sacar una muestra de pilas de ladrillo por cada una de las ladrilleras.

Esta muestra estaba compuesta por 3 especímenes de cada ladrillera formados en forma de pila, están unidos por mortero de arena/cemento en una proporción de 3:1.



Fotografía N° 32: Ensayo a la compresión en pila de ladrillos.

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma.

Los ladrillos procedentes de Ladrillera María Luisa, fallan por agrietamiento vertical, después un descascaramiento no predominante finalizando con el colapso de la pila de ladrillos.



Fotografía N° 33: Ensayo a la compresión en pila de ladrillos.

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma.

En la ladrillera Elías, la falla de la pila es por agrietamiento vertical, después del cual se produce desprendimientos laterales y termina en un aplastamiento, tanto en la parte superior como en la parte inferior.



Fotografía N° 34: Pila de ladrillos en ensayados a la compresión.

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma.

Tabla 25

Resistencia a la compresión en pila de ladrillos en ladrillera María Luisa



	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PILA DE LADRILLOS DE ARCILLA			
NORMA	NTP E.070	FECHA	Jul-19	
PROCEDENCIA	LADRILLERA MARÍA LUISA			
REALIZADO POR	LUIS FERNANDO RIVASPLATA SAMAMÉ			
	JOSÉ MIGUEL CHICCHÓN SALDAÑA			
SUPERVISADOR POR	ING. ENRIQUETA PEREYRA SALARDI			
ESPECIMEN	ÁREA (cm²)	Kg-f	Kg-f/cm² (sin considerar esbeltez)	Kg-f/cm² (considerando esbeltez)
Muestra	251.95	6014.10	23.87	17.43

Tabla 26

Resistencia a la compresión en pila de ladrillos en ladrillera Elías

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PILA DE LADRILLOS DE ARCILLA			
NORMA	NTP E.070	FECHA	Jul-19	
PROCEDENCIA	LADRILLERA ELÍAS			
REALIZADO POR	LUIS FERNANDO RIVASPLATA SAMAMÉ			
	JOSÉ MIGUEL CHICCHÓN SALDAÑA			
SUPERVISADOR POR	ING. ENRIQUETA PEREYRA SALARDI			
ESPECIMEN	ÁREA (cm²)	Kg-f	Kg-f/cm² (sin considerar esbeltez)	Kg-f/cm² (considerando esbeltez)
Muestra	250.26	9014.60	36.02	26.30

CONCLUSIONES

- 1) Se observa que la ladrillera María Luisa y Elías tienen un porcentaje de absorción de 18.44% y 20.85% respectivamente, y que ninguna de las dos ladrilleras ha excedido el porcentaje de absorción (22%), por lo que se concluye que ambas cumplen con lo estipulado.
- 2) Se concluye que ambas ladrilleras no cumplen lo estipulado en el tema de succión, ya que la succión del ladrillo debe tener estar comprendida entre 10 y 20 gr/200 cm²/min, y según los resultados de las ladrilleras María Luisa y Elías se obtuvo 120.22 y 88.46 gr/200cm²/min respectivamente.
- 3) Se llega a la conclusión que las variaciones dimensionales y alabeo de los ladrillos son aceptables, por sus características están entre tipo IV y tipo V en variación dimensional. Por otro lado, en el alabeo, sus características son de tipo V.
- 4) Se concluye que los resultados de resistencia a la compresión están muy por debajo del mínimo requerido según la norma E-070 que es de 50 kg/cm², la ladrillera María Luisa están en promedio 23.15 kg/cm² y ladrillera Elías en 28.20 kg/cm².
- 5) Con respecto a la resistencia por flexo-tracción se concluye que las unidades no clasifican, ya que los resultados fueron nulos, no se tienen valores arrojados por la máquina, esto muy posiblemente se debe a que las resistencias a la compresión son muy bajas y ello afecta en la resistencia por flexo-tracción.

RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda que las instituciones competentes realicen capacitaciones a las ladrilleras artesanales para que de esta forma se puedan elevar los estándares de calidad del ladrillo que existen en la zona.
- 2) Se recomienda realizar la misma investigación, pero en distritos y/o ciudades aledañas a Monsefú para así tener un panorama más amplio sobre este tema en el norte del país y poder realizar comparaciones con los resultados.
- 3) Se recomienda realizar investigaciones con el tema de evaluación de eflorescencia y las propiedades químicas del ladrillo para poder observar qué tanto afecta esto en los resultados de los diferentes ensayos.
- 4) Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, la altura máxima de piso a techo para muros de albañilería es de 3.00m. En tanto, los ladrillos en estudio al no cumplir con la resistencia a la compresión y a la flexo-tracción, se recomienda que la altura máxima de piso a techo sea de 2.40m. Dado que existe el riesgo de que aparezcan grietas en la parte central del muro.
- 5) Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, la separación máxima entre columnas debe ser el doble de la altura del paño de ladrillo. Tomando en cuenta ello y el ítem anterior (altura máxima = 2.40m), la separación máxima entre columnas sería de 4.80m, pero nosotros recomendamos que haya una separación máxima de 4.00m.
- 6) Tomando en cuenta los dos últimos ítems, se recomienda que sea un máximo de 3 pisos los que se construyan con estos tipos de ladrillos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afanador, N., Guerrero, G., & Monroy, R. (2012). Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos macizos cerámicos para mampostería. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, XXII, 43-58.
- Ahmad, S., Iqbal, Y., & Ghani, F. (2008). Phase and Microstructure of Brick-Clay Soil and Fired Clay-Bricks From Some Areas in Peshawar Pakistan. *Journal of Pakistan Materials Society*, 33-39.
- Aliaga, G. (2017). Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales de la ciudad de Celendín. (*Tesis para optar título profesional de Ingeniero Civil*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Anyaypoma, L. (2015). Estudio de las características físicas y mecánicas de los ladrillos de arcilla fabricados artesanalmente en la ciudad de Cajabamba. (*Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil*). Universidad nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Bonett, R. (2003). Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios, aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada. (*Tesis doctoral*). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. (2017). Proyecto de Norma Técnica Peruana PNTP 399.613 2017. *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería*. Lima, Perú: INDECOPI.
- Comité Técnico de Normalización de Unidades de Albañilería. (2015). Norma Técnica Peruana NTP 331.017 2003 (revisada el 2015). *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos*. Lima, Perú: INACAL.
- Constructivo. (2018). *Ladrillo Sílico Calcáreos King Kong 11H*. Obtenido de [Figura]: Recuperado de <https://constructivo.com/novedad/ladrillo-silico-calcareos-king-kong-11h-1527541683>
- Fiala, J., Mikolas, M., & Katerina, K. (2019). Full Brick, History and Future. *IOP Publishing*, 2.
- FICO Ferreterías. (2015). *Ladrillo Macizo*. Obtenido de [Figura]: Recuperado de <https://www.ficoferreterias.com/producto/ladrillo-prensado-macizo/>
- Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). Esfuerzo en el ladrillo y mortero por efecto de una carga unitaria axial. En H. Gallegos, & C. Casabonne, *Albañilería Estructural* (Tercera ed., págs. 206-207). Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Gestión. (2017). *¿Cómo se fabrican los ladrillos?* Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de <https://gestion.pe/economia/empresas/fabrican-ladrillos-141699-noticia/>
- Globedia. (2013). *El legado de Vitruvio*. Obtenido de [Figura]: Recuperado de <http://pe.globedia.com/el-legado-de-vitruvio>
- Glosario ilustrado de arte arquitectónico. (2015). *Ladrillo hueco*. Obtenido de [Figura]: Recuperado de <https://www.glosarioarquitectonico.com/glossary/rasilla/>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación Quinta Edición. En R. Hernández, C. Fernández, & P. Baptista, *Metodología de la investigación Quinta Edición* (pág. 85). Ciudad de México: McGRAW-HILL.
- INDECI. (2003). *Peligros por origen geológico-climático en la zona centro del distrito de Monsefú*. Obtenido de [Figura]: Recuperado de http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_lambayeque/chiclayo/monsefu.pdf
- INDECI. (2003). *Peligros por origen geológico-climático en la zona este del distrito de Monsefú*. Obtenido de [Figura]: Recuperado de http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_lambayeque/chiclayo/monsefu.pdf
- INDECI. (2003). *Peligros por origen geológico-climático en la zona norte del distrito de Monsefú*. Obtenido de [Figura]: Recuperado de http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_lambayeque/chiclayo/monsefu.pdf
- INDECI. (2003). *Peligros por origen geológico-climático en la zona oeste del distrito de Monsefú*. Obtenido de [Figura]: Recuperado de http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_lambayeque/chiclayo/monsefu.pdf
- Independent. (2013). *The biggest wonder about the Hanging Gardens of Babylon? They weren't in Babylon*. Obtenido de [Figura]: Recuperado de <https://www.independent.co.uk/news/science/archaeology/features/the-biggest-wonder-about-the-hanging-gardens-of-babylon-they-weren-t-in-babylon-8604649.html>
- Ladrillos LARK. (2018). *Ladrillos para muro*. Obtenido de [Figura]: Recuperado de <https://ladrilloslark.com.pe/productos/ladrillos-para-muro/>
- Ladrillos LARK. (2018). *Ladrillos para techo*. Obtenido de [Figura]: Recuperado de <https://ladrilloslark.com.pe/productos/ladrillos-para-techo/>
- Mazzotti, J. (2014). *go2peru*. Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de [https://www.go2peru.com/spa/guia_viajes/lima/foto_pachacamac.htm#!prettyPhoto\[gallery1\]/12/](https://www.go2peru.com/spa/guia_viajes/lima/foto_pachacamac.htm#!prettyPhoto[gallery1]/12/)

- Mazzotti, J. (2015). *go2peru*. Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de [https://www.go2peru.com/spa/guia_viajes/cultura/cultura_tiahuanaco.htm#!prettyPhoto\[gallery1\]/3/](https://www.go2peru.com/spa/guia_viajes/cultura/cultura_tiahuanaco.htm#!prettyPhoto[gallery1]/3/)
- Ministerio de Cultura. (2018). *Rumbos*. Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de <https://www.rumbosdelperu.com/cultura/22-10-2018/presentan-nuevos-hallazgos-en-chan-chan/>
- Ministerio de la Producción. (2009). *Detrás de los ladrillos, una gestión integral para el sector informal*. Lima.
- Ministerio de la Producción. (2010). *Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales*. Lima.
- MN. (2017). *Tipos de ladrillos y sus usos*. Obtenido de [Figura]: Recuperado de <https://www.mndelgolfo.com/reportaje/tipos-de-ladrillos-y-sus-usos/>
- Rehak, M. (2015). *123rf*. Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de https://es.123rf.com/photo_60043147_pared-de-ladrillo-de-adobe-en-el-sitio-arqueol%C3%B3gico-de-huaca-del-sol-y-la-luna-templo-del-sol-y-la-luna.html
- República del Perú. (23 de Mayo de 2006). Normas Legales. *Norma E.070*. Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano.
- República del Perú. (2018). *Resultados Definitivos del departamento de Lambayeque*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Ruiz, S. (2015). *Estudio de las propiedades físico - mecánicas del ladrillo de arcilla elaborado en el centro poblado menor de Otuzco y ladrillos industriales Rex. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil)*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- San Bartolome, A. (1994). *Construcciones de Albañilería*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

ANEXOS

PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía N° 35: Horno artesanal

Fuente: Propia, tomada en ladrillera María Luisa, Monsefú, Chiclayo, Lambayeque, 2019.



Fotografía N° 36: Mezclado de los materiales antes del moldeado de los ladrillos

Fuente: Propia, tomada en ladrillera María Luisa, Monsefú, Chiclayo, Lambayeque, 2019.



Fotografía N° 37: Secado del ladrillo, previo a la entrada al horno.

Fuente: Propia, tomada en ladrillera María Luisa, Monsefú, Chiclayo, Lambayeque, 2019.



Fotografía N° 38: Embalaje de los ladrillos, llegada al laboratorio de materiales de la URP

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma, 2019.



Fotografía N° 39: Momentos previos al inicio de los ensayos en el laboratorio de materiales de la URP
Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma, 2019.



Fotografía N° 40: Balanza electrónica usada en los ensayos.
Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma, 2019.



Fotografía N° 41: Horno eléctrico usado para el secado de los especímenes.
Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma, 2019.

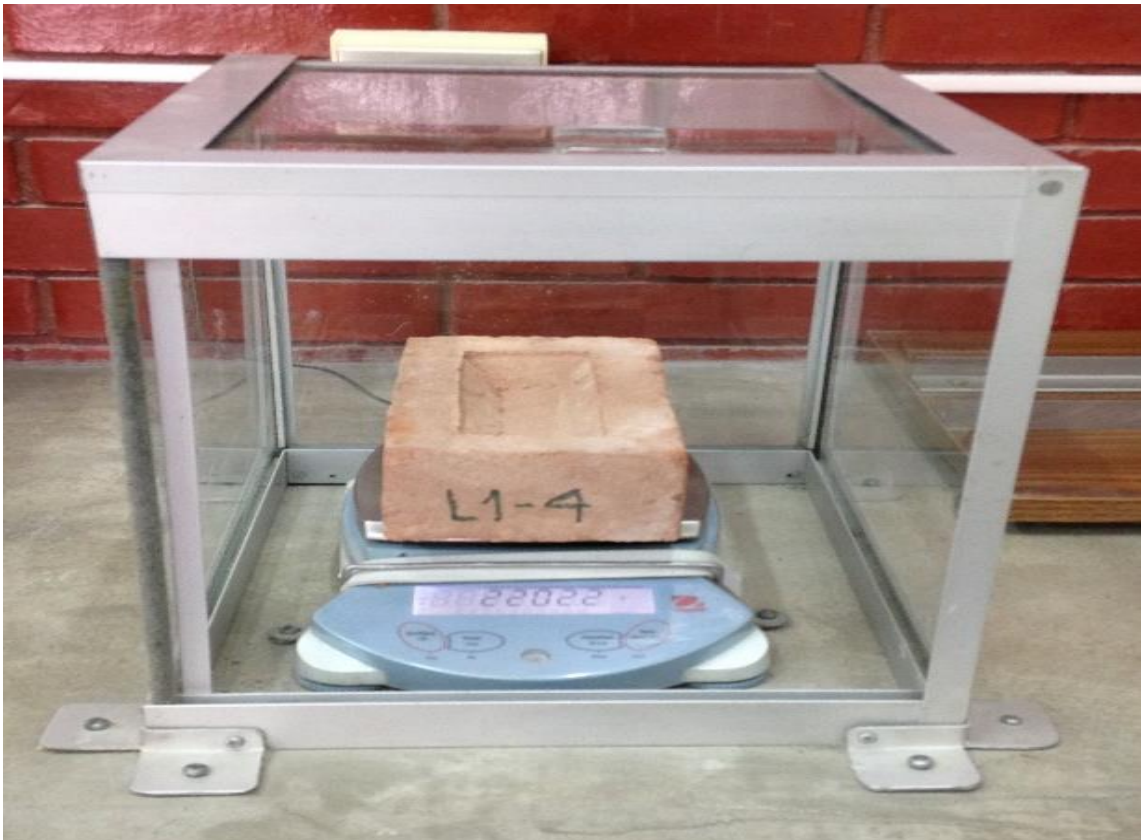


Fotografía N° 42: Brocha utilizada en los ensayos
Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma, 2019.



Fotografía N° 43: Regla metálica usada en los ensayos.

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma, 2019.



Fotografía N° 44: Pesando los ladrillos.

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma, 2019.



Fotografía N° 45: Pesando el espécimen de ladrillo después de pasar 24 horas sumergido.
Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma, 2019.



Fotografía N° 46: Calculando el tiempo durante el ensayo de succión
Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma, 2019.



Fotografía N° 47: Secado de los especímenes previo al ensayo de compresión.
Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma, 2019.



Fotografía N° 48: Especímenes listos para el ensayo de compresión.
Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma, 2019.



Fotografía N° 49: Ensayo de compresión de los especímenes.

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma, 2019.



Fotografía N° 50: Especímenes ensayados.

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma, 2019.

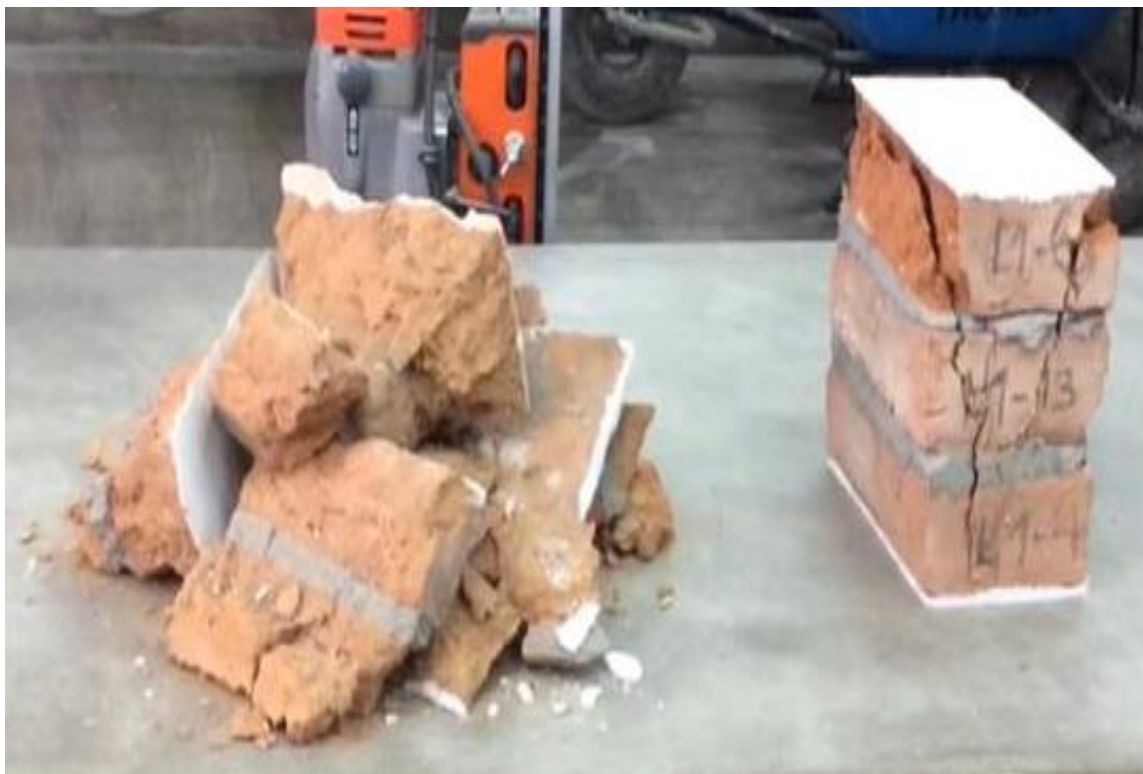


Fotografía N° 51: Ensayo de Flexo-tracción.

Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma, 2019.



Fotografía N° 52: Momento en que se está formando la pila de ladrillos
Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma, 2019.



Fotografía N° 53: Pila de ladrillos ensayada a compresión.
Fuente: Propia, tomada en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, Universidad Ricardo Palma, 2019.



Fotografía N° 54: Casa de adobe en el Distrito de Monsefú.

Fuente: Propia, tomada en el Distrito de Monsefú, Chiclayo, Lambayeque, 2019.



Fotografía N° 55: Casas de Adobe en el Distrito de Monsefú.

Fuente: Propia, tomada en el Distrito de Monsefú, Chiclayo, Lambayeque, 2019.