



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

**“DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL
Y RESISTENCIA AL CORTE PURO DE LA ALBAÑILERÍA DE
LADRILLOS KING KONG DE CONCRETO FABRICADOS
ARTESANALMENTE EN LA CIUDAD DE TRUJILLO”**

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Civil

Autor:

Darwin Vladimir Villar Sandoval

Asesor:

Gonzalo Hugo Diaz Garcia
Trujillo - Perú

2020

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.03	NÚMERO VERSIÓN	02	PÁGINA	Página 1 de 59
FECHA DE VIGENCIA	11/04/2019				

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, a mis padres Humberto y Nancy, a mis hermanos Karin y Bryan; a todos ellos por ser la razón de ser de mi existencia.

A mi novia Margareth, que ha estado conmigo incluso en los momentos más difíciles. Este proyecto no fue fácil, pero estuviste motivándome y ayudándome hasta donde tus alcances lo permitían.

AGRADECIMIENTO

Desde lo más profundo de mis ser,
agradezco a Dios por permitir mi
existencia y por la vitalidad que me ha
dado para seguir adelante.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	11
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS	40
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS	58
ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones del fabricante de los ladrillos King Kong de concreto	13
Tabla 2. Propiedades Físicas del Cemento Portland Tipo I.	36
Tabla 3: Proporciones usadas en la elaboración del mortero	37
Tabla 4: Variación dimensional de los ladrillos King Kong de concreto.....	40
Tabla 5. Alabeo de los ladrillos King Kong de concreto.....	43
Tabla 6. Resistencia característica a compresión de los ladrillos King Kong de concreto.....	44
Tabla 7. Absorción, contenido de humedad y peso específico de los ladrillos King Kong de concreto.....	45
Tabla 8. Succión de los ladrillos King Kong de concreto	46
Tabla 9. Propiedades físico mecánicas de los ladrillos King Kong de concreto.....	47
Tabla 10. Resistencia característica a compresión y módulo de elasticidad de la albañilería de Ladrillos King Kong de concreto.....	48
Tabla 11. Resistencia al corte y módulo de corte de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto.....	51
Tabla 12. Propiedades de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto.....	52
Tabla 13. Características del Agregado Fino.....	53
Tabla 14. Resultados del ensayo de compresión del mortero P2 (1:5)	54
Tabla 15. Resistencia al corte en ensayo de adherencia mortero ladrillo King Kong de concreto...54	

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Ubicación de las fábricas artesanales de ladrillos King Kong de concreto.....	12
Gráfica 1. Variación Dimensional “Longitud”.....	41
Gráfica 2. Variación Dimensional “Ancho”.....	42
Gráfica 3. Variación Dimensional “Alto”.....	42
Gráfica 4. Resistencia característica a compresión de los ladrillos King Kong de concreto	44
Gráfica 5. Resistencia característica de la albañilería de Ladrillos King Kong de concreto.....	49
Gráfica 6. Módulo de elasticidad de la albañilería de Ladrillos King Kong de concreto.....	49
Gráfica 7. Resistencia al corte de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto.....	51
Gráfica 8. Módulo de corte de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto.....	52

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de *determinar la resistencia a compresión axial y la resistencia a corte de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de La Libertad*, así como sus propiedades físicas y mecánicas y clasificarlo con fines estructurales.

Para ello se construyeron 20 pilas (10 PLCE y 10 PLCM de 22x12x55.2 cm) y 12 muretes (6 MLCM y 6 MLCE de 665x665 mm), para los ensayos a compresión axial en pilas y compresión diagonal en muretes.

También se realizaron los ensayos: variación dimensional, alabeo, compresión simple, absorción y succión, para los cual se seleccionó 60 unidades (30 LCM y 30 LCE).

Determinándose la resistencia característica a compresión de los ladrillos (f'_b) (LCE: 81.88 Kg/cm² LCM: 71.12 Kg/cm²), resistencia característica a compresión axial (f'_m) (PLCE: 38.83 Kg/cm² y PLCM: 37.08 Kg/cm²), resistencia al corte (v'_m) (MLCE: 6.43 Kg/cm² y MLCM: 5.81 Kg/cm²), módulo de elasticidad (E_m) (PLCE: 26400.96 Kg/cm² y PLCM: 25291.36 Kg/cm²) y módulo de corte (G_m) (MLCE: 7538.19 Kg/cm² y MLCM: 6789.78 Kg/cm²).

Los resultados nos permitieron clasificar a las unidades como Ladrillos II, según la NTP E070, y concluir que la resistencia a compresión axial y resistencia a corte de la albañilería, calculada mediante los ensayos, es mayor que la resistencia teórica, para los ladrillos King Kong Artesanal de arcilla (f'_m : 35 Kg/cm² y v'_m 5.1 Kg/cm²), por lo que su uso está restringido para ser usados en muros portantes en edificaciones hasta 2 pisos en la zona sísmica 2 y 3.

PALABRAS CLAVES: Albañilería, ladrillo King Kong de concreto, propiedades de los ladrillos, pilas, resistencia a compresión axial, muretes, resistencia a corte.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La albañilería es un sistema que integra a la unidad de albañilería y el mortero, su buen comportamiento sísmico, depende en gran porcentaje de la calidad de materiales que lo constituyen, por lo que es necesario conocer sus propiedades físicas y mecánicas en cada zona de nuestro país.

En el Perú, la albañilería es uno de los sistemas más usados en la construcción de edificaciones, y cada región usa sus propias unidades que producen, sin haber sido estudiadas, para saber si son las adecuadas para soportar las sollicitaciones estáticas y dinámicas que se presenta durante la vida de la estructura.

La ciudad de Trujillo, capital de la provincia del mismo nombre, departamento de La Libertad; actualmente se encuentra en proceso de expansión urbana, debido a diversos factores socioeconómicos y demográficos, lo que ha generado que las familias en su mayoría jóvenes requerirán de sus propias viviendas, siendo la alternativa más común las construcciones de albañilería.

Las edificaciones de albañilería en Trujillo, son generalmente construidas con ladrillos King Kong de concreto, fabricados artesanalmente en el interior de la ciudad, debido a su disponibilidad y a su costo relativamente bajo, comparado con el costo del ladrillo industrial.

Estas unidades se producen en fábricas artesanales sin ningún tipo de control de calidad, del proceso de fabricación y de los insumos que se requiere.

Existen aproximadamente 27 ladrilleras artesanales ubicadas en los distritos de Huanchaco, La esperanza, Laredo, Trujillo, El Porvenir, Víctor Larco H. Moche y Florencia. Adicionalmente se menciona la existencia de ladrilleras en las Provincias de Santiago de chuco (01 ladrillera), en la provincia Sánchez Carrión, distrito Huamachuco (03 ladrilleras),

y en la Provincia de Otuzco (01 ladrillera), haciendo un total de 32 ladrilleras en el Departamento de la Libertad.

Las propiedades de los ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo no se conocen, como: resistencia a compresión, variación dimensional, resistencia a compresión axial de la albañilería y resistencia a corte; que permitan hacer una comparación con las exigencias de la norma de albañilería E070.

Todas estas falencias tendrán consecuencias al producirse algún tipo de movimiento sísmico, considerando que Trujillo está ubicado en la zona 3 según el mapa de zonificación sísmica de la norma E030 de RNE; por lo que es necesario realizar estudios que permitan determinar si las unidades de albañilería tipo King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo, cumplen con la norma técnica peruana para ser utilizadas como unidades de albañilería en la construcción de edificaciones.

1.1. Formulación del Problema

¿Cuál es la resistencia a compresión axial y resistencia a corte de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de La Libertad?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la resistencia a compresión axial y resistencia a corte de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de La Libertad.

1.2.2. Objetivos específicos

Determinar las propiedades físicas y mecánicas más representativas de los ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de

La

Libertad.

Clasificar ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de La Libertad, de acuerdo a la norma técnica peruana con fines estructurales de la albañilería..

1.3. Hipótesis

La resistencia a compresión axial de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de La Libertad es mayor a 35 Kg/cm² y la resistencia a corte de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de La Libertad es mayor a 5.1 Kg/cm².

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Investigación descriptiva, debido que en ella se describen, las características y las propiedades de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto para luego analizar y comparar para ver si cumplen con la norma técnica peruana.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

La población de estudio son los ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la Ladrillera “La Esperanza” y la Ladrillera “Moche” de la ciudad de La Libertad. Las 2 fábricas han sido seleccionadas de 5 ladrilleras existentes en la ciudad por el investigador, debido a su producción permanente durante todo el año a diferencia de las demás que se ven afectadas por falta de agua, la cual es restringida por la Municipalidad Provincial de La Libertad, en épocas de estiaje, así como por su mayor incidencia en el mercado de la ciudad de La Libertad, en comparación a las demás las cuales su producción está por debajo de las seleccionadas.

2.3. Procedimiento

2.3.1. Ensayos de los Ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo

Las fábricas artesanales de ladrillo King Kong en la ciudad de Trujillo, de las cuales se ha obtenido las muestras para realizar la investigación, son:

Trabajaremos con muestras extraídas de las fábricas de La Esperanza y Moche.

Ambas ubicadas en el casco urbano de la ciudad de Trujillo, como se aprecia en la Fig.8.

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	N ^o DE EMPRESAS
La libertad	Trujillo	Huanchaco	1
La libertad	Trujillo	La Esperanza	3
La libertad	Trujillo	Laredo	2
La libertad	Trujillo	Trujillo	11
La libertad	Trujillo	El porvenir	4
La libertad	Trujillo	Víctor Larco H.	1
La libertad	Trujillo	Moche	4
La libertad	Trujillo	Florencia	1
Total			27

Fuente: Dirección Regional de Producción La Libertad - Sub dirección de Industrias y Elaboración propia

Fig. 1 Ubicación de las fábricas artesanales de ladrillos King Kong de concreto.

Fuente: <http://www.mundivideo.com/coordenadas.htm>

2.3.1.1. Muestreo

Se inició recopilando datos de las fábricas de ladrillo King Kong de Trujillo, luego se seleccionaron dos, la ladrillera de La Esperanza y ladrillera de Moche, de acuerdo al criterios descritos anteriormente.

La producción promedio por mes de ambas fábricas artesanales de ladrillos King Kong, por información de los propietarios, está en promedio de 30 000 a 60 000 unidades, y sus especificaciones de fábrica de sus ladrillos se muestran en la Tabla 10.

La muestra fue seleccionada en cada una de las fábricas de manera aleatoria por el investigador en las cantidades especificadas en la muestra, de la presente investigación,

teniendo en consideración la NTP 399.604, la cual indica que se seleccionaran 6 unidades de cada lote de 10 000 unidades o menos y 12 unidades de cada lote de más de 10 000 y menos de 100 000 unidades.

Seleccionada la muestra se trasladó desde la ciudad de Trujillo en un camión al Laboratorio TECNILAB y almacenadas, teniendo el cuidado no se modifiquen las características de las unidades.

Tabla 1. Especificaciones del fabricante de los ladrillos King Kong de concreto.

<i>Parámetro</i>	<i>Ladrillo King Kong La Esperanza</i>	<i>Ladrillo King Kong Moche</i>
Dosificación en volumen (cemento: arena gruesa: confitillo ¼")	1:4:3.5/ agua 15 L por bolsa ±2 L	1:4:4/ agua 18 L por bolsa ±2 L
Dimensiones de fabricación	10x12x22 cm	10x12x22 cm
Peso	5 a 6 Kg	5 a 6 Kg
Resistencia a compresión	-----	-----

2.3.1.2. Variación dimensional de los ladrillos King Kong de concreto

Para realizar el siguiente ensayo se procedió siguiendo las indicaciones dadas en la NTP 399.604 en el ítem N° 6 Medición de dimensiones.

· **Aparatos**

Regla de acero graduada en divisiones de 1.0 mm.

· **Número de especímenes**

De los 30 especímenes seleccionados por cada muestra se seleccionaron 15 unidades.

· **Procedimiento**

Una vez seleccionado los especímenes, se procede a medir y registrar, el ancho (A) en la longitud media de las superficies de apoyo superior e inferior, la altura (H) en la longitud media de cada cara, y la longitud (L) en la altura media de cada cara. (NTP 399.604).

· **Cálculos**

De los datos obtenidos se procedió a calcular el promedio para el ancho, alto y largo de cada uno de los especímenes con la siguiente formula:

$$\frac{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}{n} \quad (9) \quad \frac{H_1 + H_2 + H_3 + \dots + H_n}{n} \quad (10)$$

$$\text{Donde:} \quad \frac{L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n}{n} \quad (11)$$

Ao, Ho, Lo: ancho, alto y longitud promedio en mm.

Ai, Hi, Li: Dimensiones medidas en los 4 lados del ancho, alto y longitud en mm.

Se calculó la variación dimensional V (%) aplicando la siguiente formula:

$$V\% = \frac{A_i - A_o}{A_o} \times 100 \quad (12) \quad V\% = \frac{H_i - H_o}{H_o} \times 100 \quad (13)$$

$$V\% = \frac{L_i - L_o}{L_o} \times 100 \quad (14)$$

Donde:

V%: variación dimensional en porcentaje.

Af, Hf, Lf: dimensiones de fabricaciones en mm.

Ao, Ho, Lo: dimensiones promedio en mm.

2.3.1.3. Alabeo de los ladrillos King Kong de concreto

Para este ensayo se usa como referencia la NTP 699.613.

· Aparatos

Regla o cuña de medición con divisiones de 1mm.

Superficie plana de vidrio no menor de 300x300 mm.

· Números de especímenes

Se usaran los especímenes usados en el ensayo de variación dimensional, es decir 15 de cada fábrica.

· Procedimiento

Cóncava

Se colocó el espécimen sobre la superficie plana, luego haciendo uso de la cuña o la regla graduada, se tomó la medida de la concavidad de la unidad.

Convexa

Se colocó el espécimen con la superficie convexa en contacto con la superficie plana y con las esquinas aproximadamente equidistantes de la superficie plana. Usando la regla de acero o cuña, se midió la distancia con aproximación de 1mm.

· Cálculos

El alabeo se evalúa a partir de la concavidad y convexidad de las unidades, para lo cual se promedió los valores de las unidades cóncavas y convexas en milímetros.

2.3.1.4. Resistencia a la compresión del ladrillo King Kong de concreto

El ensayo se ha realizado teniendo como referencia la NTP 399.604, en el ítem N° 7.

· Aparatos

Maquina universal a compresión uniaxial.

Maquina equipada con dos bloques de soporte de acero, uno de los cuales es una rotula con plato que transmitirá la carga a la superficie superior del espécimen de albañilería, y la otra un bloque rígido plano sobre el cual descansará el espécimen.

· **Especímenes**

La NTP 399.604, indica que el ensayo se realizara en un mínimo de 3 unidades, para nuestro caso y debido a que tiene carácter de investigación, se han tomado las otras 15 muestras de las 30 seleccionadas por cada fábrica.

Los especímenes se almacenaron no apilados y separados por no menos de 13 mm, por más de 48 horas. Se continuo hasta que dos pesadas sucesivas a intervalos de 2 horas muestren un incremento de perdida no mayor que 0.2 % del peso previo determinado del espécimen y hasta que ninguna humedad o mancha de humedad sea visible sobre cualquiera de las superficies de la unidad.

· **Refrentado de los especímenes de prueba**

El refrentado de los especímenes se ha realizado de acuerdo a la NTP 399.604, siguiendo el segundo procedimiento mostrado en la norma, Refrentado con yeso – cemento, para lo cual, extendemos uniformemente en una superficie de refrentado, pasta de yeso cemento de alta resistencia, nivelando y puliendo dicha superficie y teniendo en cuenta que el espesor medio del refrentado no excederá de 3.2 mm indicado por la NTP 399.604.

La proporción yeso – cemento que se ha usado es de 4:1.

· **Procedimiento**

- ✓ Después de haber refrentado los especímenes y haber pasado el tiempo mínimo de 2 horas se procedió a ensayar los especímenes.
- ✓ Se colocó uno a uno los especímenes en la maquina universal a compresión con el centroide de sus superficies de apoyo alineada verticalmente con el centro de empuje de la rótula de la máquina de ensayo. Se ubicó las unidades en la misma dirección de servicio.
- ✓ Se aplicó la carga hasta la mitad de la máxima prevista a cualquier velocidad conveniente, después se ajustó los controles de la máquina para dar un recorrido uniforme del cabezal

móvil tal que la carga restante sea aplicada en no menos de 1 minuto y no más de 2 minutos.

- ✓ Ser registró la carga máxima.

· Cálculos

Resistencia unitaria a compresión de la unidad de albañilería se calculó aplicando la siguiente formula:

$$f_b = \frac{P_{max}}{A} \dots \dots \dots (15)$$

$$f_b = \bar{f} \times k \dots \dots \dots (16)$$

Donde:

f_b : resistencia unitaria a compresión Kg/cm²

A_b : área bruta

L, A : largo y ancho promedio del espécimen en cm.

La NTP E070, indica que la resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería (f'_b) se obtendrá restando una desviación estándar al valor medio de la muestra.

Al restarle una desviación estándar al valor promedio estadísticamente significa que por lo menos el 84 % de las unidades ensayadas tendrán una resistencia mayor al valor característico (f'_b), o que es aceptable tener hasta un 16 % de unidades defectuosas.

$$f'_b = \bar{f}_b - \sigma \dots \dots \dots (17)$$

Donde:

f'_b : resistencia característica a compresión axial en Kg/cm².

\bar{f}_b prom: resistencia unitaria promedio a compresión en Kg/cm²

σ : desviación estándar

2.3.1.5. Absorción

El ensayo se ha realizado tomando como referencia la NTP 399.604.

· **Aparatos**

Balanza con aproximación a 0.01 g.

· **Numero de especímenes**

Según la norma NTP 399.604 se utilizaran un mínimo de tres unidades enteras que hayan sido marcadas, pesadas, y registradas.

Para nuestro caso se ensayaron 15 especímenes por cada tipo de ladrillera.

· **Procedimiento**

- ✓ Se sumergió los especímenes de prueba en agua por 24 horas.
- ✓ Se pesó los especímenes sumergidos totalmente en agua, suspendiéndolo con un alambre y registramos W_i (peso sumergido).
- ✓ Se sacó del agua y drenó por 1 minuto, retirando el agua superficial visible con un paño húmedo; pesamos y registramos W_s (peso saturado).
- ✓ Se secó los especímenes en un horno a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $115\text{ }^{\circ}\text{C}$ por no menos de 24 horas y hasta que dos pesadas sucesivas en intervalos de 2 h muestren un incremento de la pérdida no mayor que 0.2 % del peso último previamente determinado del espécimen.
- ✓ Se registró los pesos de los especímenes W_d (peso secado al horno).

· **Cálculos**

Se determinó la absorción aplicando la formula dada por la NTP 399.604.

$$A = \left[\frac{W_s - W_i}{W_d - W_r} \right] * 1000 \dots \dots \dots (18)$$

$$A, \% = \left[\frac{W_s - W_i}{W_d - W_r} \right] * 100 \dots \dots \dots (19)$$

$$= [\dots]$$

Donde:

Ws = peso saturado del espécimen, (Kg)

Wi = peso sumergido del espécimen, (Kg)

Wd = peso seco al horno del espécimen, (Kg)

Wr = peso recibido de la unidad (Kg)

Se determinó el contenido de humedad aplicando la formula dada por la NTP 399.604.

$$h = \left[\frac{W_s - W_i}{W_d - W_r} \right] * 100 \dots \dots \dots (20)$$

Se determinó la densidad aplicando la formula dada por la NTP 399.604.

$$\rho = \left[\frac{W_s}{V} \right] * 1000 \dots \dots \dots (21)$$

2.3.1.6. Succión

El ensayo se realizó tomando como referencia la NTP 399.613.

· Aparatos

- ✓ 01 Bandeja metálica.
- ✓ Soporte para ladrillos, se usaron dos varillas de acero de 5/8” de diámetro

- ✓ Balanza con una aproximación de 0.01g
- ✓ Horno de secado

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL Y RESISTENCIA AL CORTE PURO DE LA ALBAÑILERIA DE LADRILLOS KING KONG DE CONCRETO FABRICADOS ARTESANALMENTE EN LA CIUDAD DE TRUJILLO

· **Número de especímenes**

La NTP 399.613 indica que se deben ensayar 5 unidades enteras, para nuestro caso se han ensayado 5 unidades para cada cara de ladrillo y 15 por cada fábrica.

· **Procedimiento**

- ✓ Se secó las unidades en el horno a una temperatura de 100 °C a 115 °C por 24 horas.
- ✓ Se colocó a enfriar al aire libre por un periodo de 4 horas, se continua hasta que dos pesadas sucesivas a intervalos de dos horas muestren un incremento o pérdida no mayor de 0.2 % desde la última pesada del espécimen, registrando peso seco.
- ✓ Se midió con una aproximación de 1.27 mm la longitud y el ancho de la superficie plana los especímenes de prueba para determinar el área que va estar en contacto con el agua.
- ✓ Se preparó la bandeja con agua y las varillas de 5/8", nivelando.
- ✓ Se colocó los espécimen uno en uno en la bandeja nivelada sobre las varillas, luego se agregó el agua restante hasta que el nivel de la misma sea $3 \text{ mm} \pm 0.25 \text{ mm}$ sobre los soportes.
- ✓ Se dejó por un periodo de $1 \text{ min} \pm 1 \text{ s}$ en contacto el espécimen con el agua.
- ✓ Cumplido el tiempo se retiró el espécimen y se secó el agua superficial dentro de los 10 s siguientes y se volvió a pesar el espécimen con una aproximación de 0.5 g durante los 2 min siguientes.

Cálculos

La succión se calculó aplicando la fórmula dada por la NTP 399.613, que se aplica en el siguiente caso:

Si el área del espécimen difiere en más de $\pm 2.5 \%$ de 200 cm^2 , se corregirá el peso mediante la ecuación que se indica a continuación, con una aproximación de 0.1 g:



$$\left(\frac{?}{?/?/?/?/?/?/?/200?/?2} \right)^{200} \dots \dots \dots (22)$$

$$\begin{array}{r}
 ? \\
 \hline
 ? \\
 \\
 ?
 \end{array}$$

) =

Donde:

S: Diferencia de pesos corregida, sobre la base de 200 cm².

W: Diferencia de pesos del espécimen (g).

L: Longitud del espécimen (cm).

B: Ancho del espécimen (cm).

Informar como la absorción inicial en 1 minuto el resultado de la succión corregida del espécimen (S), con una aproximación a 0.1 g.

Calculamos y reportamos el promedio de la succión inicial de todos los especímenes ensayados, con aproximación a 0.1 g/min/200 cm².

2.3.2. Ensayos de prismas de albañilería de ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo

La NTP E070, indica que la resistencia de la albañilería a compresión axial ($f'm$) y a corte ($v'm$), se determina de manera empírica o mediante ensayos de prismas. Por lo que en la presente investigación realizamos los ensayos que nos permitan determinar estas características de la albañilería.

2.3.2.1. Ensayos en pilas de ladrillo King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo

El ensayo se realizó teniendo como referencia la NTP 399.605.

· Aparatos

- ✓ Máquina universal a compresión.
- ✓ Regla metálica graduada con aproximación a 1 mm.
- ✓ Deformímetro, se usó para determinar las deformaciones de las pilas durante el ensayo.
- ✓ Las placas de acero con espesor no menor de 25.4 mm y longitud y ancho mayor en 15 mm que la longitud y ancho del espécimen.

· Especímenes

Tamaño y forma: son prismas contruidos con 5 ladrillos asentados de soga uno sobre del otro.

Número de especímenes, se han construido 20 pilas, 10 por cada ladrillera.

Construcción de especímenes: Se construyó 20 pilas de cinco ladrillos, 10 por cada ladrillera, asentadas usando mortero diseñado analíticamente usando la proporción dado por la NTP E070 para el mortero tipo P2 con proporción 1:5 (cemento: arena). La construcción de pilas se realizó teniendo las consideraciones de verticalidad y nivelación de las unidades de tal manera de no tener una variación considerable en la altura de las pilas, así mismo se controló el espesor de la junta, teniendo juntas de 1.3 cm. para ladrillera de La Esperanza y 1.3 cm para ladrillera de Moche. Se realizó el curado con agua por siete días.

· **Procedimiento**

- ✓ Cumplido los 28 días se procedió hacer el refrentado con yeso cemento, para corregir irregularidades y algunos errores de nivelación.
- ✓ Se realizó la identificación de las pilas, y toma de medidas tanto altura (H) como espesor (t) y largo (L).
- ✓ Se colocó de uno en uno los especímenes en la máquina de compresión universal, centrándolo y ubicando estratégicamente el deformímetro para medir las deformaciones.

Luego se procedió a aplicar la carga a velocidad constante, sin producir impactos de tal modo que cada ensayo tenga una duración entre 3 y 4 min, y tomando lectura en el dial de las deformaciones cada 500 Kg de carga aplicada.

· **Cálculos**

Este ensayo nos permitió determinar la resistencia característica a compresión axial (f'_b) y el módulo de elasticidad (E_m).

Calculo de la resistencia característica a compresión axial (f'_m), para ello se calculó la esbeltez de cada pila,

$$\frac{L}{t} = \frac{L}{t} \dots \dots \dots (23)$$

Con este valor se determinó el factor de corrección (FC), interpolando de acuerdo a los factores de la Tabla 05, extraída de la NTP 399.605. Luego se calculó la resistencia individual a compresión axial de una pila (fm) aplicando la siguiente formula:

$$f_m = \frac{P_{\max}}{A_b} \dots \dots (24)$$

$$f_m = f_c * FC \dots \dots$$

(25)

Este valor fb, se lo corrigió por el factor de corrección por esbeltez.

$$f_{m\text{ corregido}} = f_m * FC \dots$$

... (26)

La resistencia característica a compresión axial (f'm) se obtiene del valor promedio de las resistencias individuales a compresión axial corregida (fm corregido) de las pilas ensayadas menos la desviación estándar (σ):

$$f'_m = \frac{\sum f_{m\text{ corregido}}}{n} - \sigma \dots$$

... (27)

Donde:

fm: resistencia individual a compresión axial (Kg/cm2)

P máx.: carga máxima a compresión (Kg)

Ab: Área bruta (cm2)

L, t: largo y espesor de la pila (cm)

fm corregido: resistencia individual a compresión axial corregida (Kg/cm2)

FC: factor de corrección por esbeltez.

f'm: resistencia característica a compresión axial (Kg/cm2)

σ : desviación estándar.

Calculo del módulo de elasticidad (E_m), con las lecturas tomadas del deformímetro, de las deformaciones de la pilas por cada 500 Kg de carga aplicada, se procedió a realizar las gráficas esfuerzo vs deformación unitaria para los 10 especímenes de cada fábrica.

De la gráfica cuya dispersión generada por los datos, se determinó la línea de tendencia y la ecuación.

Para calcular el módulo de elasticidad E_m , se trabajó con la gráfica esfuerzo deformación unitaria, para lo cual se elimina la porción inicial que contempla el reacomodo de los instrumentos. Usualmente la porción de la gráfica en análisis está comprendida entre el 10% y el 50% de la carga de rotura, para estos porcentajes se determinó el esfuerzo y la deformación unitaria. Luego se aplica la siguiente formula:

$$E_m = \frac{\delta}{\varepsilon} = \frac{\delta_{50\%} - \delta_{10\%}}{\varepsilon_{50\%} - \varepsilon_{10\%}} \dots \dots \dots (28)$$

Donde:

E_m : módulo de elasticidad (Kg/cm²)

δ , $\delta_{50\%}$, $\delta_{10\%}$: esfuerzo al 50% y 10% en Kg/cm².

ε , $\varepsilon_{50\%}$, $\varepsilon_{10\%}$: deformación unitaria al 50% y 10%.

Finalmente el módulo de elasticidad será el promedio de los módulos de elasticidad de las pilas ensayadas, para la muestra ensayada. (San Bartolomé, A. Quiun, D. y Silva, W., 2011)

2.3.2.2. Ensayos en muretes de ladrillo King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo

El ensayo se realizó teniendo como referencia la NTP 399.621.

· Aparatos

- ✓ Máquina de ensayo, la máquina de ensayo usada para ensayar los especímenes tiene la suficiente capacidad de carga en compresión y es manipulable de tal manera que permite controlar la velocidad de carga.
- ✓ Escuadras de carga, se usó 02 escuadras de acero
- ✓ Cordel (durante la construcción de muretes)

- ✓ Nivel de mano (durante la construcción de muretes)
- ✓ Herramientas manuales de constructor (durante la construcción de muretes)

· **Especímenes**

Tamaño y forma: cumpliendo la NTP 399.621, de que los muretes tendrá una dimensión mínima de 600 x 600 mm, los muretes construidos para esta investigación tienen una medida de 665 x 665 mm en promedio, consta de 6 hiladas.

Número de especímenes: la NTP 399.621, indica que los ensayos se harán en por lo menos tres muretes, para la presente investigación se elaboró 12 muretes 6 por cada ladrillera.

Construcción de los especímenes: Se construyó 12 muretes, asentados en 6 hiladas, 3 ladrillos por hilada para lograr en lo posible dimensiones semejantes tanto alto como largo, se usó mortero diseñado analíticamente con la proporcione dada por la NTP E070 para el mortero tipo P2 cuya proporción cemento: arena es 1:5. Se controló la altura de la junta considerando 1.3 cm. Se curó por 7 días, sin ser movidos.

· **Procedimiento**

- ✓ Cumplido los 28 días, se procedió hacer el refrentado con yeso cemento, en las esquinas de una diagonal, de tal manera de corregir irregularidades y obtener ángulos rectos y tomar las medidas largo (L), alto (H) y espesor “(t).
- ✓ Cumpliendo el tiempo mínimo de dos horas de secado el refrentado, se procedió a colocar las escuadras y colocar el espécimen en la máquina de ensayo, centrándolo y plomándolo, luego se colocó la escuadra superior bajando el pistón de carga hasta lograr la estabilidad del espécimen.
- ✓ Se colocó los deformímetros en posición adecuada, uno en la máquina de ensayo para determinar la deformación vertical y el otro para la deformación horizontal.

Las lecturas de las deformaciones tanto vertical como horizontal, se hizo cada 200 Kg de aplicación de la carga.

- ✓ Finalmente se procedió a aplicar la carga, cumpliendo la NTP 399.621, a incrementos adecuados, que permitan tomar el registro, tanto de la carga como de las deformaciones. Pasado la mitad de la carga última se ajustaron los controles de tal manera que el resto de carga se aplicó en no menos de 1 minuto ni más de 2 minutos.

· Cálculos

Con los datos obtenidos se calculó:

Resistencia unitaria al corte (v_m), aplicando la siguiente formula:

$$v_m = \frac{0.707 * P_{max}}{A_b} \dots \dots \dots (29)$$

$$v_m = \frac{v_{m1} + v_{m2}}{2} * \dots \dots \dots (30)$$

Donde:

v_m : resistencia unitaria a corte (Kg/cm²)

P max: carga aplicada (Kg)

A_b : área bruta (cm²)

L, H, t: largo, alto y espesor del murete (cm).

Resistencia característica a corte, se obtuvo de restar, al promedio de la resistencia unitaria a corte (v_m prom) de los muretes ensayados, la desviación estándar (σ).

$$v'_m = v_m \text{ prom} - \sigma \dots \dots \dots (31)$$

Donde:

v'_m : resistencia característica a corte (Kg/cm²).

v_m prom: resistencia unitaria a corte promedio (Kg/cm²)

σ : desviación estándar

Módulo de corte, para calcular el módulo de corte, se calculó la deformación angular a partir de las deformaciones unitarias horizontal y vertical.

$$\gamma = \varepsilon_H + \varepsilon_V \dots \dots \dots (32)$$

$$\varepsilon_H = \frac{\Delta H}{L} \dots \dots \dots (33)$$

$$\varepsilon_V = \frac{\Delta V}{L} \dots \dots \dots (34)$$

$$L = \sqrt{L_H^2 + L_V^2} \dots \dots \dots (35)$$

Donde:

γ : Deformación angular.

$\varepsilon_H, \varepsilon_V$: Deformación unitaria horizontal y vertical (cm/cm)

$\Delta H, \Delta V$: Deformación horizontal y vertical (cm)

L : Longitud de medición de deformaciones horizontal y vertical (cm) (Longitud de la diagonal)

Con estos valores, procedió a graficar, la curva esfuerzo vs deformación, determinando la línea de tendencia de la dispersión y su ecuación, para luego ubicar la parte más lineal que debe estar ubicado entre el 10% y 50% del esfuerzo cortante máximo, determinando en este rango, el incremento de $\Delta \sigma$ y $\Delta \gamma$, para luego calcular el módulo de corte aplicando la siguiente formula: (NTP 399.621)

$$G_m = \frac{\Delta v_m}{\gamma} = \frac{v_{50\%} - v_{10\%}}{\gamma_{50\%} - \gamma_{10\%}} \dots \dots \dots (36)$$

Donde:

G_m: módulo de corte (Kg/cm²)

Δv_m: incremento del esfuerzo cortante o resistencia al 0000corte (Kg/cm²)

γ: Incremento de la deformación angular (cm/cm)

v_{50%}, v_{10%}: esfuerzo cortante al 50% y 10%.

γ_{50%}, γ_{10%}: deformación angular al 50% y 10%.

Finalmente el módulo de corte (G_m) será el promedio de los módulos de corte de la muestra ensayada. (San Bartolomé, A. Quiun, D. y Silva, W., 2011)

2.3.3. Ensayos del agregado fino para mortero usado en la construcción de prismas de albañilería

Los ensayos del agregado fino se realizaron con el fin de diseñar el mortero que se utilizó en la construcción de pilas y muretes.

2.3.3.1. Extracción del agregado fino

El agregado fino, que fue utilizado como componente del mortero para la construcción de muretes y pilas, se extrajo de la cantera La Soledad, la cual tiene como punto de venta y almacenamiento en el Peaje Chicama.

La extracción y muestreo se hizo de depósito, del cual se compró 1 m³ y se muestreo para los diferentes ensayos 10 Kg, y por el método del cuarteo se muestreo para cada ensayo.

2.3.3.2. Material más fino que pasa el tamiz N°200

Este ensayo se realizó teniendo como referencia la NTP 400.018.

· **Aparatos**

- ✓ Balanza, con aproximación al 0.01 g.
- ✓ Tamiz N° 200.

· **Cantidad de muestra**

Para este ensayo se tomó una muestra seca de 300 g, después de haberlo puesto a secar en la estufa a 110 ° C ± 5° C.

· **Procedimiento**

- ✓ Primero se pesó una muestra seca de 300 g.
- ✓ Luego se vació en el tamiz N 200, agregando agua sobre la muestra, lo lavamos evitando perdida de muestra.
- ✓ Finalmente se recogió la muestra que queda en el tamiz N° 200 y lo ponemos a secar por 24 horas, luego se pesó la muestra seca lavada.

· **Cálculos**

Los cálculos se realizó aplicando la siguiente formula:

$$\% \frac{P_{200} - P_{200}}{P_{200}} * 100 \dots \dots \dots (37)$$

$$\% 200 = ($$

Donde:

Psmo: Peso seco de la muestra original (g).

Psm1: Peso seco de la muestra lavada (g)

2.3.3.3. Análisis granulométrico del agregado fino

Este ensayo se realizó teniendo como referencia la NTP 400.012, usando el método del cribado.

· **Aparatos**

- ✓ Tamices N°: 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200.
- ✓ Estufa capaz de mantener una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

· **Cantidad de muestra**

Para realizar este ensayo se tomó tres muestras de 1200 g cada una por el método de cuarteo, considerando que la cantidad de la muestra de ensayo, luego del secado, será de 300 g mínimo (NTP 400.012, 2013).

· **Procedimiento**

- ✓ Se secó la muestra a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Se seleccionó los tamices requeridos para el ensayo (Tamiz N°: 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200), los cuales fueron ordenados de mayor a menor considerando su abertura.
- ✓ Se vertió la muestra sobre el tamiz de mayor abertura, y se agito el conjunto de manera manual por un periodo suficiente de tal manera que al final no más del 1% de la masa del residuo sobre uno de los tamices, pasará a través de él durante 1 min de tamizado manual.
- ✓ Se pesó el peso retenido en cada tamiz.

· **Cálculos**

Según la NTP 400.012 cuando se requiere calcular el módulo de fineza , sumando el porcentaje acumulado retenido de material de cada uno de los siguientes tamices (porcentaje acumulado retenido) y dividir la suma entre 100: 150 μm (N° 100); 300 μm (N° 50); 600 μm (N° 30); 1,18 mm (N° 16); 2,36 mm (N° 8); 4,75 mm (N° 4); 9,5 mm (3/8 de pulgada); 19,0 mm (3/4 de pulgada); 37,5 mm (1 1/2 pulgada) y mayores; incrementando en la relación 2 a 1.

Primero se calculó los porcentajes retenido acumulados:

$$\% \frac{P}{p} * 100 \dots \dots \dots (38)$$

Donde:

=

- ✓ PT: Peso total de la muestra
- ✓ %R: Porcentaje retenido acumulado.

Calculo del módulo de finura:

$$\frac{\sum \%}{100} \dots \dots \dots (39)$$

Donde:

$$\frac{\sum \%}{100}$$

- ✓ $\sum \%R$: sumatoria de los porcentajes retenidos en los tamices N° 100, 50, 30, 16, 8 y 4.
- ✓ MF: módulo de fineza.

2.3.3.4. Peso específico y absorción del agregado fino

Este ensayo se realizó teniendo como referencia la NTP 400.022, la cual nos permite determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción.

· Aparatos

- ✓ Balanza, sensible a 0.01g con capacidad de 1000 g o más.
- ✓ Frasco o picnómetro, de 500 cm³ de capacidad, calibrado hasta 0.1 cm³.
- ✓ Molde cónico metálico, de 40 mm ± 3 mm de diámetro en la parte superior y 90 mm ± 3 mm de diámetro en la parte inferior, y 75 mm ± 3 mm de altura.
- ✓ Barra compactadora de metal, de 340 g ± 5 g de peso con un extremo de superficie plana de 25 mm ± 3 mm de diámetro.
- ✓ Estufa, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 °C ± 5 °C.

· Cantidad y preparación de la muestra

- ✓ Por el método del cuarteo se extrajo una muestra de 1000 g.
- ✓ La muestra extraída se colocó a secar por 24 horas en la estufa a 110 °C ± 5 °C.
- ✓ Se cubrió la muestra con agua y se dejó reposar por 24 horas.

- ✓ Cumplido el tiempo se extendió la muestra sobre una superficie plana expuesta a una corriente de aire, removiéndolo repetitivamente, hasta que los granos no se adhieran marcadamente entre sí.

- ✓ Luego se procedió a colocar el agregado en el molde cónico, golpeándolo 25 veces con la barra y levantando el molde verticalmente.
- ✓ Se repitió este proceso descrito en el párrafo anterior, a intervalos frecuentes, hasta que el agregado al levantar el cono se derrumbó, esto indica que el agregado fino ha alcanzado la condición de superficie seca.

· Procedimiento

- ✓ Se pesó el picnómetro lleno de agua hasta 500 cm³ (B).
- ✓ De la muestra en condición superficie seca, se llenó 500 g (S), en el picnómetro.
- ✓ Se adicionó agua hasta aproximadamente 500 cm³.
- ✓ Después de una hora se completó los 500 cm³ y determinamos el peso total (C).
- ✓ Luego se sacó el agregado fino del frasco y se colocó a secar en la estufa a una temperatura de 110 °C ± 5 °C por 24 h, luego se enfrió por 1 hora y se pesó (A).

· Cálculos

Con los datos registrados de los ensayos, se calculó los pesos específicos y la absorción aplicando las siguientes formulas:

- ✓ Peso específico de masa

$$P_m = \frac{S}{(C + B) - A} \dots \dots \dots (40)$$

Donde:

Pem: peso específico de masa (g/cm³)

A: Peso en el aire de la muestra secada en el horno (g).

B: Peso del picnómetro llenado de agua (g) o volumen en cm³.

C: Peso del Picnómetro lleno de la muestra y el agua (g)

S: Peso de la muestra de saturado con superficialmente seca (g)

- ✓ Peso específico de masa saturado con superficie seca (PeSSS)

$$P_{\text{app}} = \frac{P}{(V + V_{\text{air}} - V_{\text{water}})} \dots \dots \dots (41)$$

✓ Peso específico aparente (Pea).

$$P_{\text{app}} = \frac{P}{(V + V_{\text{air}} - V_{\text{water}})} \dots \dots \dots (42)$$

✓ Absorción

$$A = \frac{(W - W_{\text{dry}})}{W_{\text{dry}}} * 100 \dots \dots \dots (43)$$

2.3.3.5. Peso unitario del agregado fino

El ensayo se realizó teniendo como referencia la NTP 400.017, la cual permite determinar el peso unitario suelto seco y peso unitario compactado seco.

· **Aparatos**

- ✓ Balanza, sensible a 0.01g.
- ✓ Barra compactadora, de acero liso de 5/8” de diámetro y 60 cm de longitud.
- ✓ Cilindro metálico.
- ✓ Cucharón.
- ✓ Plancha de vidrio.
- ✓ Picnómetro de 500 ml.

· **Cantidad de muestra**

Según la NTP 400.017, la muestra de ensayo será de aproximadamente 125% a 200% de la cantidad requerida para llenar la medida y será manipulada evitando su segregación.

Para este ensayo se puso a secar 6 Kg del agregado a peso constante en un horno preferiblemente a 110° C ± 5° C.

· **Procedimiento**

- ✓ Primero se calculó el peso específico del agua, para lo cual se pesó el picnómetro vacío y luego le agregamos agua, hasta la marca de 500 cm³ y nuevamente se pesó. Se repitió este proceso tres veces, tomando nota los datos para luego realizar el cálculo.

- ✓ Seguidamente se calibró la medida del recipiente cilíndrico, para lo cual se pesó el recipiente, luego agregamos agua y cubriéndolo con la plancha de vidrio para eliminar el exceso y las burbujas de aire, se registró su peso. Se repitió 3 veces este procedimiento.
- ✓ Para determinar el peso unitario suelto seco, se llenó el recipiente con el cucharón desde una altura no mayor de 5 cm del borde del recipiente, hasta rebosar el recipiente, luego se eliminó el excedente, sin apisonar. Se registró el peso del recipiente lleno. Se repitió 3 veces este procedimiento.
- ✓ Para determinar el peso unitario compactado seco, seguimos el procedimiento dado en la NTP 400.017, para lo cual se llenó la tercera parte del recipiente y se niveló la superficie con la mano. Luego se apisonó la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llenó hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compactó con 25 golpes como antes. Finalmente, se llenó la medida hasta rebosar, golpeándolo 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se eliminó utilizando la barra compactadora como regla. Se pesó el conjunto y repetimos este proceso 3 veces.

· Cálculos

Con los datos obtenidos de los ensayos, se procedió a calcular el PUS y PUCS, aplicando las siguientes formulas:

- ✓ Peso específico del agua:

$$P_{\text{agua}} = \frac{P_{\text{total}} - P_{\text{vacío}}}{V_{\text{agua}}} \dots \dots \dots (44)$$

Donde:

=

Pe agua: Peso específico del agua g/cm³

Pfa: Peso de picnómetro más agua

Pf: Peso del Picnómetro vacío.

Va: Volumen del agua (500 cm³).

✓ Factor de la medida del recipiente:

Donde:

$$P_{\text{m}} = \frac{P_{\text{v}} - P_{\text{r}}}{P_{\text{v}} - P_{\text{r}}} \dots \dots \dots (45)$$

F: factor de medida del recipiente cm-3
 Prva: Peso del recipiente más vidrio más agua (g).
 Prv: Peso del recipiente más vidrio (g)

✓ Peso unitario suelto seco:

$$P_{\text{USS}} = (P_{\text{ra}} - P_{\text{r}}) * F \dots \dots \dots (46)$$

Donde:
 PUSS: Peso unitario suelto seco (g/cm3)
 Pra: Peso del recipiente más agregado fino (g)
 Pr: Peso del recipiente (g)

✓ Peso unitario compactado seco:

$$P_{\text{USS}} = (P_{\text{ra}} - P_{\text{r}}) * F \dots \dots \dots (47)$$

Donde:
 PUSS: Peso unitario suelto seco (g/cm3)
 Pra: Peso del recipiente más agregado fino (g)
 Pr: Peso del recipiente (g)
 Para todos los casos se considera como resultado el promedio.

2.3.4. Mortero

El tipo de mortero que se utilizó en la construcción de pilas y muretes es mortero Tipo P2 dado por NTP E 070, cuyas proporciones cemento: arena son 1:5, su uso es para muros portantes.

El mortero se ha elaborado con el agregado fino, de la cantera La Soledad, del cual se ha realizado ensayos para determinar sus propiedades, las cuales nos han permitido realizar el diseño analítico del mortero.

El cemento que se uso es el cemento Tipo I (NTP 334.009 y ASTM 150), de marca PACASMAYO, el cual tiene las siguientes propiedades:

Tabla 2. Propiedades Físicas del Cemento Portland Tipo I.

PROPIEDADES FISICAS	UNIDAD	CANTIDAD
Densidad	g/cm ³	3.12
Contenido de aire	%	8
Superficie especifica	cm ² /g	3770

Fuente: Ficha técnica Cementos Pacasmayo S.A.A del 20/07/2018.

El agua usada para la elaboración del mortero, es agua potable de la Universidad Nacional de Cajamarca, la cual cumple con la NTP 399.088.

2.3.4.1. Diseño analítico del mortero.

El mortero Tipo P2, se diseñó, teniendo como materiales agregado fino de la cantera La Soledad, Cemento tipo I Pacasmayo, agua potable.

Las proporciones en peso y volumen son las siguientes:

Tabla 3: Proporciones usadas en la elaboración del mortero.

MATERIALES	PROPORCION EN VOLUMEN	PROPORCION EN PESO
Cemento:	1:5:43.22	1:5.11:41.09
Arena: Agua	L/bolsa	L/bolsa

2.3.4.2. Resistencia a compresión de especímenes de mortero tipo P2

Este ensayo se realiza para determinar la resistencia a compresión del mortero, para de esta manera poder comparar la resistencia del mortero con la de los ladrillos, y verificar que ambas resistencias se aproximen y así poder tener una albañilería más homogénea.

· **Aparatos**

- ✓ Maquina universal a compresión.

· **Especímenes**

Para determinar la resistencia a compresión del mortero se han elaborado 20 especímenes de 2 pulgadas de diámetro por 4 pulgadas de alto, las cuales han sido curadas 7 días con agua, y probadas a los 28 días.

· **Procedimiento**

Cumplido la edad de 28 días de los especímenes, se ensayó los 20 especímenes, y se registró la carga última.

· **Cálculos**

Con los datos de los ensayos, se calculó la resistencia a compresión del mortero, aplicando las siguientes formulas:

La resistencia unitaria a compresión del mortero será:

$$R_u = \frac{P_u}{A} \dots \dots \dots (48)$$

$$R_u = \frac{D^2 * \pi}{4} \dots \dots \dots (49)$$

Donde:

Pu: carga ultima en Kg.

A: área bruta de especiemem cm2

D: diámetro en cm.

La resistencia característica a compresión del mortero será el promedio de la resistencia individual menos una desviación estándar.

$$f'_c = \bar{f}_c - \sigma \dots \dots \dots (50)$$

Donde:

f'_c : Resistencia característica a compresión del mortero en Kg/cm².

\bar{f}_c promedio: Resistencia individual a compresión del mortero en Kg/cm²

σ : Desviación estándar Kg/cm²

2.3.4.3. Ensayo de adherencia del mortero.

El ensayo se realizó, con el propósito de determinar la adherencia a partir de la resistencia al corte que puede soportar la junta en los tripletes.

· **Aparatos**

- ✓ Maquina universal a compresión.

· **Especímenes**

Para determinar la resistencia al corte se construyeron 5 tripletes por cada ladrillera, mortero con proporción 1:5, el mismo que se va usar en la elaboración de pilas y muretes.

· **Procedimiento**

Cumplido la edad de 28 días de los especímenes, se ensayaron los 10 especímenes, aplicando la carga en la parte superior del triplete, y registrando la carga ultima.

· **Cálculos**

Con los datos de los ensayos, calculamos la resistencia al corte, aplicando las siguientes formulas:

La resistencia al corte será:

$$f_c = \frac{P}{A}$$

..... (51)

$$R_c = \frac{P_u}{A_c} \dots \dots \dots$$

(52)

Donde:

Rc: Resistencia al corte en Kg/cm².

Pu: carga ultima en Kg.

Acor: área de corte especiemem cm²

L, A: Largo y ancho de la junta en cm.

CAPÍTULO III. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

3.1. Ensayos de los Ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo

3.1.1. Variación dimensional

- ✓ Los ladrillos King Kong de concreto, cumplen con las variaciones permisibles dadas por la NTP 399.601, la cual indica que la dimensiones (ancho, alto y largo) no deben diferir por ± 3.2 mm de las dimensiones estándar especificadas por el fabricante.
- ✓ Tiene mayor variación dimensional en longitud, los ladrillos fabricados en la Ladrillera de Moche (-0.12 % y C.V. 0.26 %) que los ladrillos fabricados en la Esperanza (0.07% y C.V. 0.19%).
- ✓ Tiene mayor variación dimensional en ancho y alto, los ladrillos fabricados en la Ladrillera La Esperanza (Ancho: -0.40 % y C.V. 0.31 %) y (Alto: 0.67 % y C.V. 0.88 %) que los ladrillos fabricados en la Ladrillera de Moche (Ancho: -0.01 % y C.V. 0.42%) y (Alto: 0.38 % y C.V. 1.26%).
- ✓ Los ladrillos King Kong, considerando esta propiedad, califican para ser Ladrillo tipo V, por tener una variación dimensional menor a $\pm 1\%$ según la NTP E070.

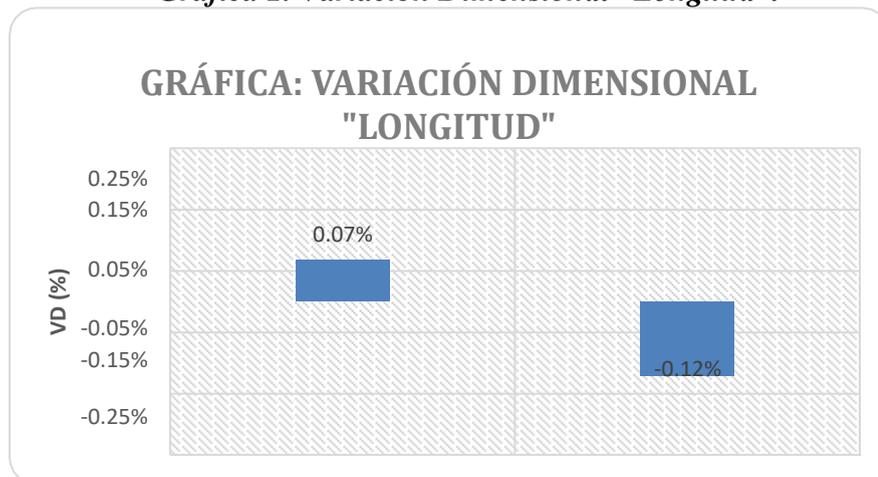
Tabla 4: Variación dimensional de los ladrillos King Kong de concreto.

Descripción		Ladrillera La Esperanza	Ladrillera de Moche	Variación permisible	Variación permisible
LONGITUD	Longitud efectiva prom (mm)	219.85	220.27		
	Desviación estándar	0.42	0.58		
	Coefficiente de variación	0.19%	0.26%		
				± 3.2 mm	$\pm 1.45\%$
	Variación Dimensional	0.07%	-0.12%		

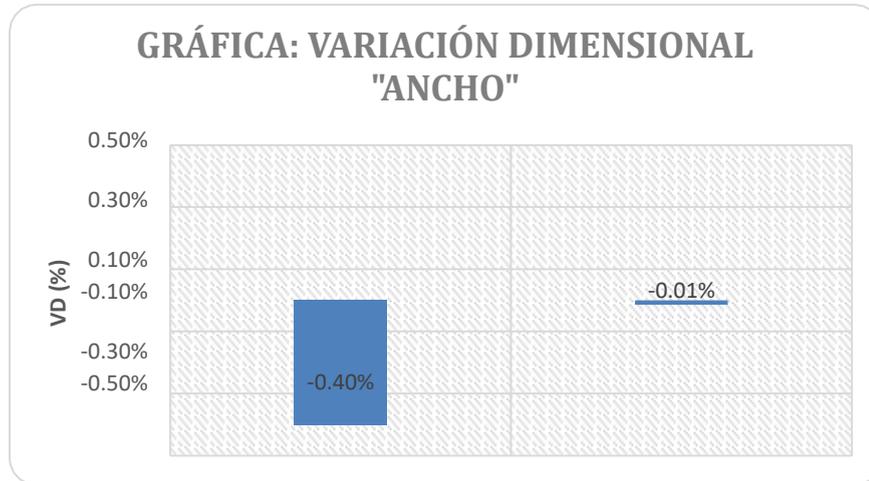
ANCHO

ALTO

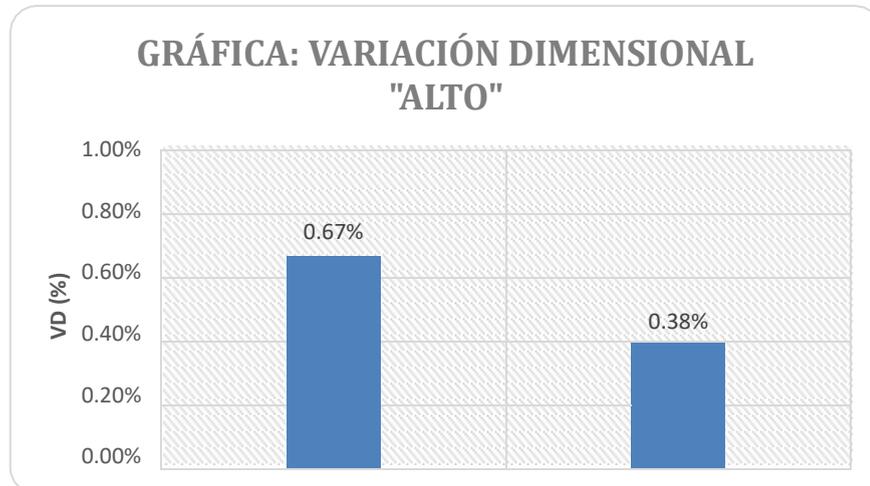
Gráfica 1. Variación Dimensional "Longitud".



Gráfica 2. Variación Dimensional "Ancho".



Gráfica 3. Variación Dimensional "Alto".



3.1.2. Alabeo de los ladrillos King Kong de concreto

- ✓ Del ensayo de alabeo, se obtuvieron resultados en milímetros de la concavidad o convexidad de las unidades.
- ✓ Tienen mayor alabeo cóncavo los ladrillos fabricados en la ladrillera de Moche (2.05 mm) comparado con los ladrillos fabricados en la ladrillera la Esperanza (1.79 mm).
- ✓ El alabeo convexo para ambos tipos de ladrillos es igual (2.61 mm).
- ✓ Existe mayor número de unidades convexas para ambas ladrilleras.

- ✓ Considerando esta propiedad, los ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo, califican para ser clasificados como Ladrillo IV, de acuerdo a la NTP E070, cuyo valor máximo es 4 mm.
- ✓ Las juntas del mortero será una junta normal de 1 a 1.5 cm, considerando que el albeo cumple con las especificaciones de la NTP E070, por lo que la resistencia de la albañilería no se ve afectada, debido que al aumentar la junta en 1 mm la resistencia disminuye el 15%.

Tabla 5. Albeo de los ladrillos King Kong de concreto.

Ladrillera	Forma	Unidad	Valor	N° de unidades	
				Cara A	Cara B
Ladrillera La Esperanza	Cóncavo	mm	1.79	7	6
Ladrillera de Moche	Convexo	mm	2.61	8	9
Ladrillera La Esperanza	Cóncavo	mm	2.05	1	10
Ladrillera de Moche	Convexo	mm	2.61	14	5

3.1.3. Resistencia a la compresión del ladrillo King Kong de concreto

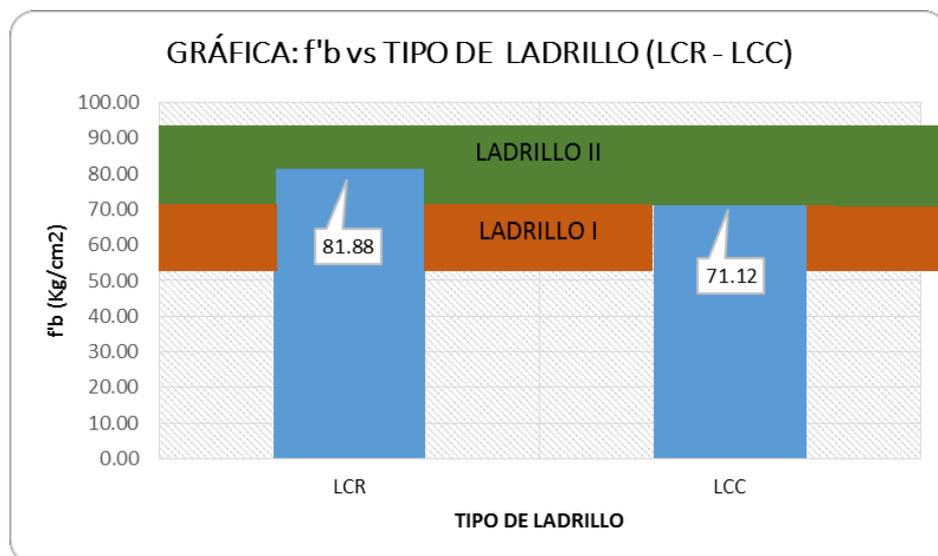
- ✓ La resistencia característica (f^b) del ladrillo fabricado en la ladrillera la Esperanza ($f^b = 81.88 \text{ Kg/cm}^2$) es mayor resistencia que los ladrillos fabricados en la ladrillera de Moche ($f^b = 71.12 \text{ Kg/cm}^2$).
- ✓ El coeficiente de variación para ambos casos es menor al 40%, por lo que la muestra es aceptables de acuerdo a la NTP E070.
- ✓ Los ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ladrillera La esperanza y Ladrillera de Moche, califican como Ladrillos II, cuya resistencia mínima es de 70 Kg/cm^2 , según la NTP E070 (Tabla 1).
- ✓ Los ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ladrillera de la Esperanza y ladrillera de Moche, no pueden ser clasificados de acuerdo a la NTP

399.601, cuyos requisitos se muestra en la Tabla 02 de la presente investigación, debido a que la resistencia a compresión mínima requerida para ser considerado Tipo 10 es de 10 MPa (101.97 Kg/cm²), siendo este valor muy alto comparado con los valores obtenidos.

Tabla 6. Resistencia característica a compresión de los ladrillos King Kong de concreto.

Tipo	Resistencia característica f'b Kg/cm ²	Resistencia característica f'b MPa	Coefficiente de variación (%)
LCE	81.88	8.03	16.53%
LCM	71.12	6.98	11.93%

Gráfica 4. Resistencia característica a compresión de los ladrillos King Kong de concreto.



3.1.4. Absorción

- ✓ Los resultados de los ensayos de absorción, muestran que los ladrillos fabricados en la ladrillera La Esperanza (LCE) tiene menor absorción (5.42%) y contenido de humedad, % absorción total (27.93%), que los ladrillos fabricados en la ladrillera de Moche (LCM) (5.78% y 29.34%).
- ✓ Considerando esta propiedad, los ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ladrillera la Esperanza y ladrillera de Moche, califican para ser considerados como ladrillos tipo 24 cuya absorción máxima es de 8 % de acuerdo a la NTP 399.601. y cumplen con la absorción máxima de 22% dado por la NTP E070 para las unidades de arcilla y sílico calcáreos.
- ✓ El peso específico de los ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ladrillera la Esperanza (2172.44 Kg/m³) y ladrillera de Moche (2138.29 Kg/m³), son consideradas como unidad de albañilería de peso normal de acuerdo a la NTP 399.601, donde define como, a aquellas unidades que en condiciones de secado tienen un peso específico de 2000 Kg/m³ o más.

Tabla 7. Absorción, contenido de humedad y peso específico de los ladrillos King Kong de concreto.

Tipo	Absorción (Kg/m ³)	Absorción (%)	Contenido de humedad (%)	Peso específico (Pe), Kg/m ³
LCE	117.68	5.42	27.93	2172.44
LCM	123.30	5.78	29.34	2138.29

3.1.5. Succión

- ✓ La succión que presentan los ladrillos fabricados en la ladrillera La Esperanza (17.85 g/minuto/200cm²), es menor que la succión de los ladrillos fabricados en la Ladrillera de Moche (19.35 g/minuto/200cm²).
- ✓ Durante su asentado, solo se pasara una brocha húmeda sobre las caras de asentados o rociarlas.

Tabla 8. Succión de los ladrillos King Kong de concreto.

Descripción		Ladrillera La Esperanza	Ladrillera de Moche
S (g/minuto/200cm ²) Promedio	S	17.85	19.35
Desviación estándar	σ	1.43	1.48
Coefficiente de variación.	C.V	8.01%	7.66%

3.2. Clasificación de los ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo

- ✓ Analizando las propiedades físicas y mecánicas los ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ladrillera la Esperanza y Ladrillera de Moche y comparando con los valores que considera la NTP E070 (Tabla 1), para clasificar a las unidades de albañilería para fines estructurales, de las propiedades: Variación dimensional, Alabeo, Resistencia característica a compresión, cumplen para ser clasificados como Ladrillos II.
- ✓ Comparando los resultados de las propiedades físicas y mecánicas los ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ladrillera La Esperanza y Ladrillera de Moche con los valores que considera la NTP 399.601 (Tabla 2, Requisitos de resistencia y absorción), de las propiedades: Resistencia característica a compresión y Absorción, cumplen con la Absorción máxima de 8% calificando para ser clasificado como tipo 24, pero no califican con respecto a la Resistencia característica a compresión, estando por debajo de la resistencia mínima de 10 MPa que considera para el Tipo 10; por lo que no se pueden ser clasificados de acuerdo a la NTP 399.601.

Tabla 9. Propiedades físico mecánicas de los ladrillos King Kong de concreto.

Propiedades físicas y mecánicas	Unid.	Ladrillera La Esperanza		Ladrillera de Moche	
Resistencia a la compresión (f'b)	Kg/cm ²	81.88		71.12	
Variación Dimensional	%	0.07%	(Largo)	-0.12%	(Largo)
		-0.40%	(Ancho)	-0.01%	(Ancho)
		0.67%	(Alto)	0.38%	(Alto)
Alabeo	mm	1.79	(Cóncavo)	2.05	(Cóncavo)
		2.61	(Convexo)	2.61	(Convexo)
Absorción	%	5.42		5.78	
Densidad	Kg/m ³	2172.44		2138.29	
Humedad, Absorción Total	%	27.93		29.34	
Succión	g/minuto/200cm ²	17.85		19.35	

3.3. Prismas de albañilería de ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo

3.3.1. Pilas de ladrillo King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo

- ✓ Se construyeron 12 pilas, de acuerdo a la NTP 399.605, 6 por cada ladrillera, con juntas de 1.3 cm, dentro de los valores estipulados de 1 cm a 1.5 cm, por la NTP E070, debido a que las unidades no tienen alabeo excesivo. La pilas tuvieron las siguientes dimensiones en promedio, Ladrillera La Esperanza 12.05x22.06x55.12, Ladrillera de Moche 12.04x22.03x55.40 y fueron sometidas al ensayo de compresión axial, y corregidas por esbeltez de acuerdo a los factores dados por la NTP 399.605,

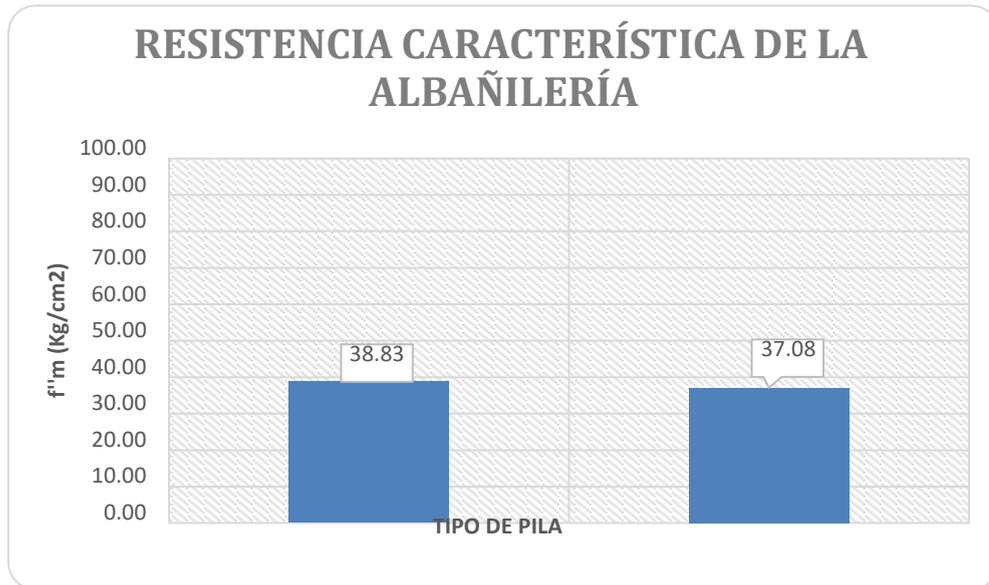
determinándose la resistencia a compresión axial y módulo de elasticidad de la albañilería.

- ✓ La resistencia característica a compresión axial y el módulo de elasticidad de la albañilería de los ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la Ladrillera La Esperanza ($f'm = 38.83 \text{ Kg/cm}^2$, $E_m = 26400.96 \text{ Kg/cm}^2$), son mayores que la de los ladrillos fabricados en la Ladrillera de Moche ($f'm = 37.08 \text{ g/cm}^2$, $E_m = 25291.36 \text{ Kg/cm}^2$), como se puede apreciar en los Gráfico 07 y 08.
- ✓ El módulo de elasticidad de la albañilería de los ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la Ladrillera La Esperanza y en la Ladrillera de Moche tiene una diferencia - 2.86 % y - 2.55 % respectivamente, comparado con la módulo de elasticidad calculado teóricamente de con la formula dado por la NTP E070 como se muestra en la Tabla 19.
- ✓ La resistencia características a compresión de la albañilería ($f'm$), para los ladrillos fabricados en la Ladrillera La Esperanza y de Moche, son mayores en 10.94% y 5.94 % respectivamente, comparado con la resistencia característica para la albañilería de ladrillos King Kong de arcilla artesanales, cuyo valores es de 35 Kg/cm^2 según la NTP E070 (Tabla 9).

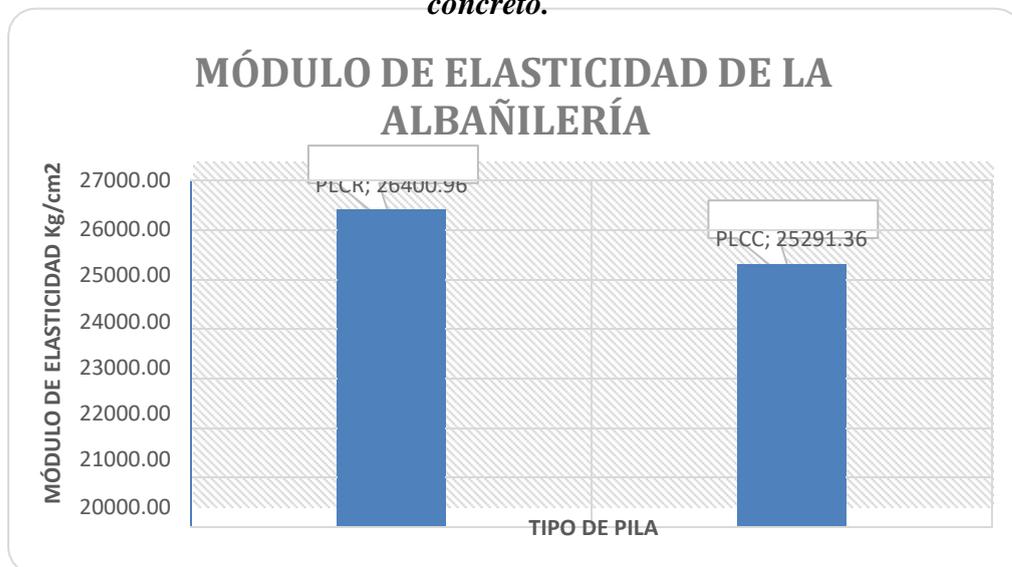
Tabla 10. Resistencia característica a compresión y módulo de elasticidad de la albañilería de Ladrillos King Kong de concreto.

Tipo de Unidad	f'm	Em	Em=700f'm	Em/f'm (Ensayo)	Em/f'm NTP E070	Diferencia con teórico NTP E.070
	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2			
	(Ensayo)	(Ensayo)	NTP E.070			
PLCE	38.83	26400.96	27179.61	679.95	700.00	-2.86%
PLCM	37.08	25291.36	25952.86	682.16	700.00	-2.55%

Gráfica 5. Resistencia característica de la albañilería de Ladrillos King Kong de concreto.



Gráfica 6. Módulo de elasticidad de la albañilería de Ladrillos King Kong de concreto.



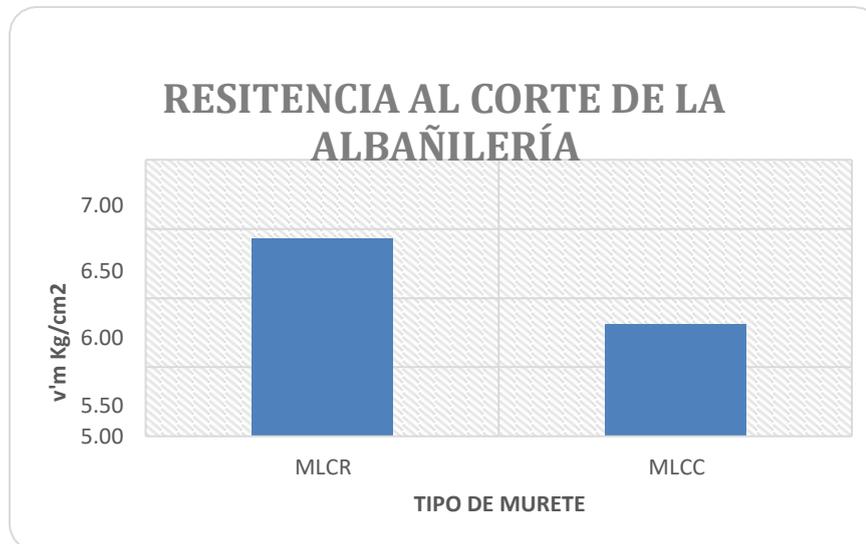
3.3.2. Muretes de ladrillo King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo

- ✓ Los muretes fueron construidos cumpliendo las dimensiones mínimas especificado por la NTP 399.621 de 60 cm x 60 cm, los muretes construidos tuvieron dimensiones aproximadas de 665x665 mm, con juntas de 1.3 cm. La mínima irregularidad que se presentó en las dimensiones fueron corregidas con el refrentado yeso cemento, los muretes fueron sometidos al ensayo de compresión diagonal, determinándose la resistencia al corte y el módulo de corte.
- ✓ La resistencia al corte y el módulo de corte de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la Ladrillera La Esperanza ($v'm = 6.43 \text{ Kg/cm}^2$, $Gm = 7538.19 \text{ Kg/cm}^2$), es mayor que la albañilería de Ladrillos fabricados en la Ladrillera de Moche ($v'm = 5.81 \text{ Kg/cm}^2$, $Gm = 6789.78 \text{ Kg/cm}^2$), como se puede apreciar en los gráficos N° 09 y 10.
- ✓ La resistencia característica al corte de los MLCE ($v'm = 6.43 \text{ Kg/cm}^2$), es mayor que la resistencia al corte máxima ($v'm \text{ Max} = 6.23 \text{ Kg/cm}^2$) calculada mediante la fórmula dado por NTP E070, por lo que para el diseño de la albañilería se adopta el valor $v'm \text{ Max}$.
- ✓ La resistencia característica al corte de los MLCM ($v'm = 5.81 \text{ Kg/cm}^2$), es menor que la resistencia al corte máxima ($v'm \text{ Max} = 6.09 \text{ Kg/cm}^2$) calculada mediante la fórmula dado por NTP E070, por lo que para el diseño de la albañilería se adopta el valor $v'm$ obtenido del ensayo.
- ✓ Los módulos de elasticidad Gm , de los MLCE y MLCM están por debajo del calculado teóricamente con la fórmula dado por NTP E070, con una diferencia de -28.62 % y -32.88 % respectivamente como se muestra en la Tabla 20.
- ✓ La resistencia característica al corte, de la albañilería de ladrillos King Kong fabricados en la Ladrillera La Esperanza ($v'm = 6.43 \text{ Kg/cm}^2$) y ladrillera de Moche ($v'm = 5.81 \text{ Kg/cm}^2$), es mayor que la resistencia característica al corte de los ladrillos King Kong artesanales de arcilla ($v'm = 5.1 \text{ Kg/cm}^2$) dado por la NTP E070 en la Tabla 9.

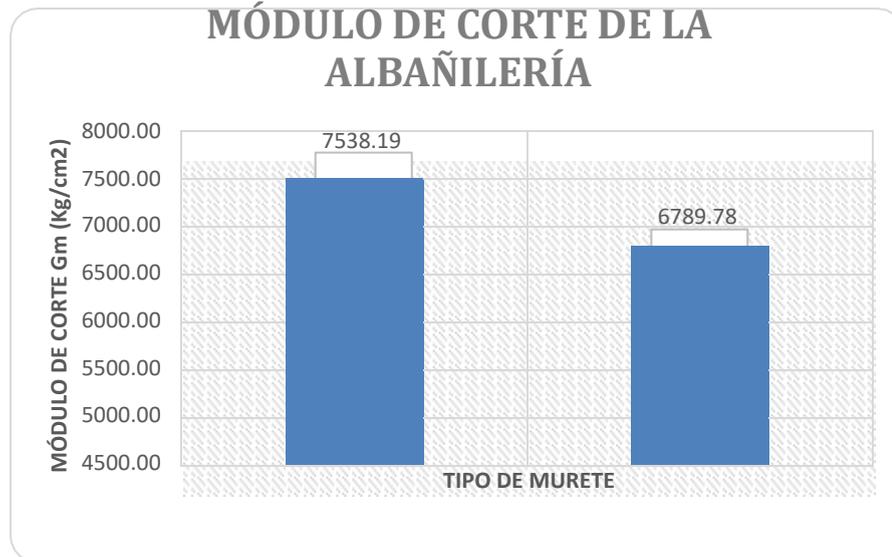
Tabla 11. Resistencia al corte y módulo de corte de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto.

Tipo de Unidad	v'm	f'm	Vm Max	v'm	Em	Gm	Gm	Diferencia con el teórico NTP E070
	ensayo	ensayo	$\sqrt{f'm}$	Diseño	ensayo	ensayo	$0.4*Em$	
	Kg/cm ²							
MLCE	6.43	38.83	6.23	6.23	26400.96	7538.19	10560.38	-28.62%
MLCM	5.81	37.08	6.09	5.81	25291.36	6789.78	10116.54	-32.88%

Gráfica 7. Resistencia al corte de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto.



Gráfica 8. Módulo de corte de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto.



Analizando los resultados de las propiedades de las unidades y de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la Ladrillera La Esperanza y en la Ladrillera de Moche, f'_b , f'_m y v'_m , son mayores que los valores dados para la albañilería con ladrillo King Kong de arcilla artesanal por la NTP E070, cuyos valores son: $f'_b = 55 \text{ Kg/cm}^2$, $f'_m = 35 \text{ Kg/cm}^2$ y $v'_m = 5.1 \text{ Kg/cm}^2$, por lo que los ladrillos King Kong de concreto fabricados en la Ladrillera La Esperanza y Ladrillera de Moche, pueden ser usados para muros portantes hasta 2 pisos en las zonas sísmicas 2 y 3 y en todo el edificio en zona sísmica 1, según la NTP E070 (Tabla 2 Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales).

Tabla 12. Propiedades de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto.

Propiedad	Unid.	La Esperanza	Moche
Resistencia a compresión axial (f'_m)	Kg/cm ²	38.83	37.08
Resistencia al corte (v'_m)	Kg/cm ²	6.43	5.81
Módulo de Elasticidad (E_m)	Kg/cm ²	26400.96	25291.36
Módulo de Corte (Gm)	Kg/cm ²	7538.19	6789.78

3.4. Agregado fino para mortero usado en la construcción de prismas de albañilería

Los resultados de los ensayos en el agregado fino se muestra en el cuadro N° 22, de los cuales podemos indicar que el Modulo de Fineza, cuyo valor es 2.46, está dentro del rango de 1.6 y 2.5 que indica la NTP E070, cumpliendo la granulometría de la arena gruesa que debe ser usada para mortero.

Los peso específicos calculados, nos han permitido calcular las proporciones exactas del mortero que se usó en la elaboración de pilas y muretes.

Tabla 13. Características del Agregado Fino.

Características		Valor	Unidad
Módulo de fineza	MF	2.46	
Peso unitario suelto seco	PUSS	1.51	gr/cm ³
Peso unitario compactado seco	PUCS	1.66	gr/cm ³
Peso específico de masa	Pem	2.60	gr/cm ³
Peso específico de masa saturado con superficie seca	PeSSS	2.63	gr/cm ³
Peso específico aparente	Pea	2.68	gr/cm ³
Absorción	Abs	1.14	%
% de material más fino que pasa el tamiz n° 200		4.32	%

3.5. Mortero

3.5.1. Resistencia a compresión de especímenes de mortero tipo P2.

Los resultados que se muestran en la Tabla 23, del ensayo a compresión de especímenes de mortero tipo P2 cuya proporción es 1:5 y su uso es para muros portantes, según la NTP E 070, muestran una resistencia característica a compresión de 87.31 Kg/cm², con un coeficiente de variación de 10%, haciendo aceptable la muestra, así mismo nos

permite comparar la resistencia del mortero con la resistencia de las unidades de la albañilería, cuyos resultados son 81.88 Kg/cm² para las unidades fabricadas en la Ladrillera La Esperanza y 71.12 Kg/cm² para las unidades fabricadas en la Ladrillera de Moche, teniendo una variación de 6.63% (5.43 Kg/cm²) y 22.76 % (16.19 Kg/cm²) respectivamente; siendo esta variación relativamente baja, lo cual permite que la albañilería sea más homogénea con respecto a su resistencia.

Tabla 14. Resultados del ensayo de compresión del mortero P2 (1:5)

<i>Descripción</i>	Valor	
<i>Promedio resistencia f_c</i>	9.51 MPa	96.97 Kg/cm ²
<i>Desviación estándar σ</i>	0.95 MPa	9.67 Kg/cm ²
<i>Resistencia característica a compresión f'_c</i>	8.56 MPa	87.31 Kg/cm ²
<i>Coefficiente de variación (%)</i>	10.0%	10.0%

3.5.2. Ensayo de adherencia del mortero.

Los resultados del ensayo de adherencia, nos permite ver que la adherencia en tripletes elaborados con ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera **La Esperanza** resienten un mayor esfuerzo cortante ($R_c = 8.91$ Kg/cm²), que en los tripletes fabricados con ladrillos fabricados en la ladrillera El Ciprés ($R_c = 8.41$ Kg/cm²), indicando una mejor adherencia en la albañilería con ladrillos fabricados en la Ladrillera Rodríguez que con los ladrillos fabricados en la Ladrillera de Moche.

Tabla 15. Resistencia al corte en ensayo de adherencia mortero ladrillo King Kong de concreto.

Tipo	Resistencia al corte
	Kg/cm²
TLE	8.91
TLM	8.41

3.6. Contraste de la hipótesis

De los resultados obtenidos podemos contrastar la hipótesis planteada la cual si cumple:

La resistencia a compresión axial de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo, en la Ladrillera La Esperanza (LCE) y Ladrillera de Moche (LCM), es: 38.83 Kg/cm² y 37.08 Kg/cm² respectivamente, siendo mayores que 35 Kg/cm² planteado en la hipótesis.

La resistencia a corte de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo, en la Ladrillera La Esperanza y Ladrillera de Moche, es: 6.43 Kg/cm² y 5.81 Kg/cm² respectivamente, siendo mayores que 5.1 Kg/cm² planteado en la hipótesis.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La resistencia a compresión axial de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo es mayor que 35 Kg/cm² y la resistencia a corte de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo es mayor que 5.1 Kg/cm², por lo que se concluye que la hipótesis se cumple.
- La resistencia a compresión axial y resistencia a corte de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo, en la Ladrillera La Esperanza es $f'm = 38.83 \text{ Kg/cm}^2$ y $v'm = 6.43 \text{ Kg/cm}^2$ y en la ladrillera de Moche es $f'm = 37.08 \text{ Kg/cm}^2$ y $v'm = 5.81 \text{ Kg/cm}^2$.
- Las propiedades físicas y mecánicas más representativas de los ladrillos King Kong de concreto son: Resistencia a compresión: Ladrillera La Esperanza $f'b = 81.88 \text{ Kg/cm}^2$ y ladrillera de Moche $f'b = 71.12 \text{ Kg/cm}^2$; Variación dimensional: Ladrillera La Esperanza (Longitud 0.07%, Ancho: -0.40 %, Alto: 0.67 %) y Ladrillera de Moche (Longitud -0.12 %, Ancho: -0.01%, Alto: 0.38 %); Alabeo Ladrillera La Esperanza (Cóncavo: 1.79 mm y Convexo: 2.61 mm) y ladrillera de Moche (Cóncavo: 2.05 mm y Convexo: 2.61 mm).
- Los ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo, en la ladrillera La Esperanza y Ladrillera de Moche, se clasifican como Ladrillos II de acuerdo a la NTP E070, no pudiéndose clasificar de acuerdo a la NTP 399.601, debido a que su resistencia está por debajo de la resistencia mínima considerada para ser ladrillos tipo 10.

4.2 Recomendaciones

- Baqueiro, Gómez, Varela, J. & Vargas, G. 2009. Determinación de la resistencia a compresión diagonal y el módulo de cortante de la mampostería de bloques huecos de concreto. Mérida, México. Universidad Autónoma de Yucatán. 41-50p
- San Bartolomé y Angles, P. 2008: Comparación del comportamiento sísmico de muros confinados construidos con ladrillos de concreto y de arcilla. Tesis Ing. Civil, Lima, PUCP.
- Aguirre D. 2004. Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región central Junín. Tesis Magister Ing. Civil, Lima, PUCP
- Arrieta J. Freyre y Peñaherrera, E. 2001, Fabricación de Bloques de Concreto con una Mesa Vibradora. Lima, UNI - CISMID.
- San Bartolomé & Morante, A. 2008, Mejora de la Adherencia Mortero-Ladrillo de Concreto. Tesis Ing. Civil, Lima, PUCP.
- San Bartolomé, Quiun, D. y Silva, W. 2011, Diseño y Construcciones de estructuras Sismo resistentes de Albañilería, Lima. PUCP.
- Gallegos H. Casabonne, C. 2005. Albañilería Estructural, Lima. PUCP.
- Norma Técnica Peruana E070, 2006, Albañilería.
- NTP 399.601, 2016. Ladrillos de concreto, Requisitos.
- NTP 399.604, 2002. Métodos de muestreo y ensayos en las unidades de albañilería de concreto.
- NTP 399.605, 2013. Método de ensayo en pilas.
- NTP 399.621, 2004. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

ANEXOS

Tabla 16. Variabilidad de dimensiones efectivas de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera La Esperanza.

Dimensiones de fabricación:															
	Largo: 220 mm					Ancho: 120 mm					Alto: 100 mm				
Espécimen	Longitud Efectiva (mm)					Ancho Efectivo (mm)					Altura Efectiva (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lo	A1	A2	A3	A4	Ao	H1	H2	H3	H4	Ho
LCE-01	221.00	221.00	221.00	220.00	220.75	120.00	121.00	122.00	120.00	120.75	97.00	99.00	101.00	100.00	99.25
LCE-02	218.00	219.00	219.00	220.00	219.00	120.00	120.00	122.00	119.00	120.25	101.00	101.00	99.00	100.00	100.25
LCE-03	218.00	220.00	223.00	220.00	220.25	119.00	119.00	121.00	120.00	119.75	98.00	98.00	98.00	99.00	98.25
LCE-04	218.00	220.00	225.00	222.00	221.25	120.00	120.00	121.00	120.00	120.25	99.00	99.00	99.00	97.00	98.50
LCE-05	220.00	220.00	221.00	220.00	220.25	120.00	120.00	121.00	120.00	120.25	101.00	101.00	102.00	101.00	101.25
LCE-06	219.00	219.00	222.00	221.00	220.25	119.00	119.00	120.00	119.00	119.25	100.00	102.00	100.00	99.00	100.25
LCE-07	218.00	221.00	221.00	220.00	220.00	120.00	119.00	121.00	120.00	120.00	102.00	99.00	99.00	102.00	100.50
LCE-08	219.00	219.00	222.00	220.00	220.00	119.00	119.00	121.00	120.00	119.75	98.00	102.00	101.00	100.00	100.25
LCE-09	219.00	221.00	222.00	222.00	221.00	121.00	120.00	122.00	120.00	120.75	98.00	99.00	98.00	98.00	98.25
LCE-10	218.00	221.00	221.00	219.00	219.75	119.00	119.00	118.00	120.00	119.00	98.00	97.00	95.00	98.00	97.00
LCE-11	220.00	220.00	221.00	220.00	220.25	120.00	120.00	122.00	120.00	120.50	100.00	100.00	100.00	101.00	100.25
LCE-12	219.00	221.00	222.00	220.00	220.50	120.00	119.00	121.00	121.00	120.25	102.00	102.00	101.00	102.00	101.75
LCE-13	218.00	220.00	220.00	220.00	219.50	119.00	119.00	120.00	120.00	119.50	100.00	100.00	98.00	101.00	99.75
LCE-14	220.00	221.00	222.00	220.00	220.75	120.00	120.00	121.00	119.00	120.00	98.00	99.00	99.00	100.00	99.00
LCE-15	220.00	220.00	222.00	220.00	220.50	119.00	120.00	121.00	120.00	120.00	99.00	101.00	98.00	101.00	99.75
Longitud efectiva promedio	Lp= 220.27					Ancho efectivo prom. Ap = 120.02					Altura efectiva prom. Hp= 99.62				
Desviación estándar	σ = 0.58					Desviación estándar σ = 0.50					Desviación estándar σ = 1.25				
Coefficiente de variación	C.V. 0.26%					Coefficiente de variación C.V. 0.42%					Coefficiente de variación (C.V.) c.v 1.26%				
Longitud de fabrica	L= 220					Ancho de fabrica A= 120					Altura de fabrica H= 100				
Variación Dimensional	%= -0.12%					Variación Dimensional %= -0.01%					Variación Dimensional %= 0.38%				

ANEXO I: Resultados de los ensayos de los ladrillos King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de La Libertad.

Tabla 17. Variabilidad de dimensiones efectivas de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera Moche.

<i>Dimensiones de fabricación:</i>																	
Largo: 220 mm				Ancho 120 mm				Alto: 100 mm									
Especimen	Longitud Efectiva (mm)				Ancho Efectivo (mm)				Altura Efectiva (mm)								
	L1	L2	L3	L4	Lo	A1	A2	A3	A4	Ao	H1	H2	H3	H4	Ho		
LCM-01	219.00	219.00	222.00	219.00	219.75	119.00	121.00	121.00	121.00	120.50	100.00	100.00	99.00	100.00	99.75		
LCM-02	219.00	220.00	221.00	219.00	219.75	119.00	121.00	121.00	120.00	120.25	100.00	100.00	99.00	99.00	99.50		
LCM-03	220.00	219.00	220.00	220.00	219.75	119.00	120.00	121.00	120.00	120.00	98.00	99.00	99.00	99.00	98.75		
LCM-04	219.00	220.00	220.00	221.00	220.00	121.00	121.00	120.00	121.00	120.75	100.00	100.00	99.00	100.00	99.75		
LCM-05	218.00	219.00	221.00	220.00	219.50	119.00	121.00	122.00	121.00	120.75	100.00	100.00	100.00	99.00	99.75		
LCM-06	220.00	221.00	220.00	221.00	220.50	121.00	121.00	122.00	120.00	121.00	99.00	98.00	101.00	101.00	99.75		
LCM-07	219.00	220.00	221.00	220.00	220.00	120.00	121.00	121.00	121.00	120.75	97.00	99.00	97.00	100.00	98.25		
LCM-08	219.00	220.00	220.00	220.00	219.75	119.00	120.00	120.00	120.00	119.75	98.00	100.00	101.00	98.00	99.25		
LCM-09	218.00	220.00	221.00	219.00	219.50	119.00	121.00	121.00	121.00	120.50	98.00	99.00	100.00	99.00	99.00		
LCM-10	220.00	221.00	222.00	220.00	220.75	119.00	121.00	120.00	120.00	120.00	98.00	98.00	99.00	98.00	98.25		
LCM-11	218.00	220.00	220.00	219.00	219.25	119.00	120.00	122.00	121.00	120.50	98.00	99.00	98.00	97.00	98.00		
LCM-12	219.00	220.00	221.00	220.00	220.00	121.00	120.00	122.00	121.00	121.00	99.00	100.00	101.00	100.00	100.00		
LCM-13	219.00	220.00	222.00	220.00	220.25	120.00	120.00	121.00	120.00	120.25	102.00	100.00	102.00	102.00	101.50		
LCM-14	219.00	220.00	220.00	220.00	219.75	120.00	120.00	122.00	121.00	120.75	100.00	99.00	99.00	100.00	99.50		
LCM-15	219.00	219.00	219.00	220.00	219.25	119.00	121.00	121.00	121.00	120.50	100.00	99.00	99.00	98.00	99.00		
Longitud efectiva promedio	Lp=				219.85	Ancho efectivo prom.				Ap =	120.48	Altura efectiva prom.				Hp=	99.33
Desviación estándar	σ =				0.42	Desviación estándar				σ =	0.37	Desviación estándar				σ =	0.87
Coefficiente de variación	C.V.				0.19%	Coefficiente de variación				c.v	0.31%	Coefficiente de variación (C.V.)				c.v	0.88%
Longitud de fabrica	L=				220	Ancho de fabrica				A=	120	Altura de fabrica				H=	100
Variación Dimensional	%=				0.07%	Variación Dimensional				%=	-0.40%	Variación Dimensional				%=	0.67%

Tabla 18. Alabeo de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera La Esperanza.

ESPECIMEN	CARA A		CARA B	
	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
LCE-01		3	3	
LCE-02	1			2
LCE-03		1	2	
LCE-04		2	2	
LCE-05		1	2	
LCE-06	1			6
LCE-07	2			3
LCE-08	2			2
LCE-09	1			2
LCE-10		1	2	
LCE-11		3	1	
LCE-12	3			2
LCE-13		2		3
LCE-14	1			4
LCE-15		3		5
PROMEDIO	CÓNCAVO		1.79	mm
	CONVEXO		2.61	mm

Tabla 19. Alabeo de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera Moche.

ESPECIMEN	CARA A		CARA B	
	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
LCM-01		3		2
LCM-02		5	2	
LCM-03		1	2	
LCM-04		2	2	
LCM-05	2		3	
LCM-06		3	3	
LCM-07		2		3
LCM-08		2	2	
LCM-09		2	1	
LCM-10		1	1	
LCM-11		2	3	
LCM-12		2		4
LCM-13		3		3
LCM-14		1	2	
LCM-15		2		3
PROMEDIO	CÓNCAVO		2.05	mm
	CONVEXO		2.61	mm

Tabla 20. Resistencia a compresión de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera La Esperanza.

Espécimen	peso (kg)	Lo (mm)	Ao (mm)	Ho (mm)	Carga Máx. (Tn)	Área (cm ²)	f'b (MPa)	f'b (kg/cm ²)
LCE-01	5.4682	219.75	120.50	99.75	32.00	264.80	11.86	120.85
LCE-02	5.4223	219.75	120.25	99.50	30.00	264.25	11.14	113.53
LCE-03	5.3455	219.75	120.00	98.75	28.00	263.70	10.42	106.18
LCE-04	5.4036	220.00	120.75	99.75	21.00	265.65	7.75	79.05
LCE-05	5.4341	219.50	120.75	99.75	28.50	265.05	10.55	107.53
LCE-06	5.3554	220.50	121.00	99.75	25.70	266.81	9.45	96.33
LCE-07	5.3662	220.00	120.75	98.25	29.00	265.65	10.71	109.17
LCE-08	5.2428	219.75	119.75	99.25	24.50	263.15	9.13	93.10
LCE-09	5.3290	219.50	120.50	99.00	20.80	264.50	7.71	78.64
LCE-10	5.3165	220.75	120.00	98.25	25.00	264.90	9.26	94.38
LCE-11	5.3051	219.25	120.50	98.00	23.00	264.20	8.54	87.06
LCE-12	5.5445	220.00	121.00	100.00	23.50	266.20	8.66	88.28
LCE-13	5.5331	220.25	120.25	101.50	18.75	264.85	6.94	70.79
LCE-14	5.3817	219.75	120.75	99.50	34.00	265.35	12.57	128.13
LCE-15	5.3474	219.25	120.50	99.00	26.00	264.20	9.65	98.41
Resistencia a la compresión Promedio						fb	9.62	98.09
Desviación estándar						σ	1.59	16.22
Resistencia característica a la compresión						f'b	8.03	81.88
Coeficiente de variación (%)						C.V.	16.53%	16.53%

Tabla 21. Resistencia a compresión de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera Moche.

Espécimen	peso (kg)	Lo (mm)	Ao (mm)	Ho (mm)	Carga Máx. (Tn)	Área (cm ²)	f'b (MPa)	f'b (kg/cm ²)
LCM-01	5.5699	220.75	120.75	99.25	24.50	266.56	9.02	91.91
LCM-02	5.6867	219.00	120.25	100.25	18.80	263.35	7.00	71.39
LCM-03	5.4612	220.25	119.75	98.25	18.40	263.75	6.84	69.76
LCM-04	5.4321	221.25	120.25	98.50	19.00	266.05	7.01	71.41
LCM-05	5.5927	220.25	120.25	101.25	23.00	264.85	8.52	86.84
LCM-06	5.6448	220.25	119.25	100.25	23.00	262.65	8.59	87.57
LCM-07	5.6435	220.00	120.00	100.50	23.50	264.00	8.73	89.02
LCM-08	5.5662	220.00	119.75	100.25	25.50	263.45	9.50	96.79
LCM-09	5.3936	221.00	120.75	98.25	19.50	266.86	7.17	73.07
LCM-10	5.3389	219.75	119.00	97.00	21.50	261.50	8.07	82.22
LCM-11	5.6204	220.25	120.50	100.25	23.00	265.40	8.50	86.66
LCM-12	5.6852	220.50	120.25	101.75	24.00	265.15	8.88	90.51
LCM-13	5.4849	219.50	119.50	99.75	18.00	262.30	6.73	68.62
LCM-14	5.4154	220.75	120.00	99.00	19.50	264.90	7.22	73.61
LCM-15	5.6265	220.50	120.00	99.75	19.00	264.60	7.04	71.81

Resistencia a la compresión Promedio	fb	7.92	80.75
Desviación estándar	σ	0.94	9.63
Resistencia característica a la compresión	f'b	6.98	71.12
Coefficiente de variación (%)	C.V.	11.93%	11.93%

Tabla 22. Absorción, contenido de humedad y peso específico de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera La Esperanza.

Espécimen	Wr (Kg)	Wi (Kg)	Ws (Kg)	Wd (Kg)	Absorción (Kg/m3)	Absorción (%)	Cont. de humedad (%)	Densidad (D), Kg/m3
LCE-01	5.4150	3.1503	5.6161	5.3458	109.62	5.06	25.60	2167.98
LCE-02	5.3950	3.0675	5.5898	5.3256	104.75	4.96	26.27	2111.41
LCE-03	5.3900	3.2170	5.6083	5.3071	125.96	5.68	27.52	2219.34
LCE-04	5.1300	3.0437	5.3535	5.0435	134.21	6.15	27.90	2183.52
LCE-05	5.3900	3.2186	5.5924	5.3122	118.04	5.27	27.77	2237.85
LCE-06	5.4015	3.2215	5.6031	5.3326	113.58	5.07	25.47	2239.08
LCE-07	5.1689	2.9625	5.4100	5.0650	140.96	6.81	30.12	2069.46
LCE-08	5.3600	3.1895	5.5846	5.2750	129.26	5.87	27.45	2202.41
LCE-09	5.4117	3.1225	5.6000	5.3250	111.00	5.16	31.53	2149.34
LCE-10	5.3426	3.1589	5.5789	5.2780	124.34	5.70	21.47	2180.99
LCE-11	5.3993	3.1175	5.5900	5.3100	113.25	5.27	31.89	2147.62
LCE-12	5.3851	3.1427	5.5489	5.3051	101.30	4.59	32.80	2204.78
LCE-13	5.4026	3.1386	5.5918	5.3299	106.76	4.91	27.76	2172.63
LCE-14	5.3909	3.1125	5.5900	5.3000	117.05	5.47	31.34	2139.25
LCE-15	5.5098	3.2125	5.7300	5.4400	115.19	5.33	24.07	2160.87
Promedio					117.68	5.42	27.93	2172.44
Desviación estándar					11.24	0.56	3.16	46.13
Coefficiente de Variación (C.V.)					9.55%	10.26%	11.33%	2.12%

Tabla 23. Absorción, contenido de humedad y peso específico de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera Moche.

Espécimen	Wr (Kg)	Wi (Kg)	Ws (Kg)	Wd (Kg)	Absorción (Kg/m3)	Absorción (%)	Cont. de humedad (%)	Densidad (D), Kg/m3
LCM-01	5.6326	3.258	5.850	5.520	127.29	5.98	34.12	2129.22
LCM-02	5.5593	3.233	5.795	5.465	128.78	6.04	28.58	2132.68
LCM-03	5.6150	3.308	5.845	5.555	114.29	5.22	20.69	2189.16
LCM-04	5.4398	3.163	5.560	5.348	88.43	3.96	43.30	2230.66
LCM-05	5.4144	3.143	5.675	5.330	136.23	6.47	24.46	2104.64
LCM-06	5.6060	3.294	5.816	5.510	121.27	5.55	31.33	2185.10
LCM-07	5.6215	3.275	5.835	5.546	112.89	5.21	26.12	2166.41
LCM-08	5.2835	3.073	5.530	5.208	131.03	6.18	23.45	2119.23
LCM-09	5.4102	3.098	5.612	5.325	114.18	5.39	29.69	2118.54

LCM-10	5.3238	3.083	5.570	5.230	136.68	6.50	27.59	2102.51
LCM-11	5.4415	3.130	5.632	5.316	126.11	5.93	39.78	2124.94
LCM-12	5.5523	3.218	5.795	5.460	129.97	6.14	27.55	2118.33
LCM-13	5.4216	3.105	5.620	5.345	109.34	5.14	27.85	2125.25
LCM-14	5.4185	3.148	5.655	5.320	133.60	6.30	29.40	2121.64
LCM-15	5.4579	3.173	5.720	5.365	139.35	6.62	26.17	2105.99
Promedio					123.30	5.78	29.34	2138.29
Desviación estándar					13.51	0.70	5.94	37.27
Coeficiente de Variación (C.V.)					10.96%	12.18%	20.24%	1.74%

Tabla 24: Succión de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera La Esperanza.

CARA SUPERIOR DE ASIENTO (LCE)						
Espécimen	Pseco (g)	Pmojado(g)	A (cm)	L (cm)	Área (cm ²)	S
LCE-01	5345.80	5370.00	12.050	21.98	264.80	18.28
LCE-02	5325.60	5351.00	12.025	21.98	264.25	19.22
LCE-03	5307.10	5330.00	12.000	21.98	263.70	17.37
LCE-04	5043.80	5065.00	12.075	22.00	265.65	15.96
LCE-05	5312.20	5338.00	12.075	21.95	265.05	19.47
S (g/minuto/200cm ²) Promedio					S	18.06
Desviación estándar					σ	1.44
Coeficiente de variación.					C.V.	7.96%

CARA INFERIOR DE ASIENTO (LCE)						
Espécimen	Pseco (g)	Pmojado(g)	A (cm)	L (cm)	Área (cm ²)	S
LCE-01	5332.60	5356.800	12.100	22.05	266.81	18.14
LCE-02	5065.00	5090.000	12.075	22.00	265.65	18.82
LCE-03	5275.00	5297.000	11.975	21.98	263.15	16.72
LCE-04	5325.00	5345.000	12.050	21.95	264.50	15.12
LCE-05	5278.00	5301.000	12.000	22.08	264.90	17.37
Promedio					S	17.23
Desviación estándar					σ	1.42
Coeficiente de variación.					C.V.	8.25%

CARA LATERAL (LCE)						
Espécimen	Pseco (g)	Pmojado(g)	A (cm)	H (cm)	Área (cm ²)	S
LCE-01	5310.00	5320.000	12.050	9.80	118.09	16.94
LCE-02	5305.14	5317.000	12.100	10.00	121.00	19.60
LCE-03	5329.90	5341.900	12.025	10.15	122.05	19.66
LCE-04	5300.00	5310.000	12.075	9.95	120.15	16.65

LCE-05	5440.00	5451.000	12.050	9.90	119.30	18.44
S (g/minuto/200cm ²) Promedio					S	18.26
Desviación estándar					σ	1.43
Coeficiente de variación.					C.V.	7.82%

Tabla 25. Succión de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera Moche.

CARA - SUPERIOR DE ASIENTO (LCM)						
Espécimen	Pseco (g)	Pmojado(g)	A (cm)	L (cm)	Área (cm ²)	S
LCM-01	5520.00	5545.00	12.075	22.08	266.56	18.76
LCM-02	5465.00	5490.00	12.025	21.90	263.35	18.99
LCM-03	5555.00	5581.00	11.975	22.03	263.75	19.72
LCM-04	5348.00	5370.00	12.025	22.13	266.05	16.54
LCM-05	5330.00	5357.00	12.025	22.03	264.85	20.39
S (g/minuto/200cm ²) Promedio					S	18.88
Desviación estándar					σ	1.46
Coeficiente de variación.					C.V.	7.72%

CARA - INFERIOR DE ASIENTO (LCM)						
Espécimen	Pseco (g)	Pojado(g)	A (cm)	L (cm)	Área (cm ²)	S
LCM-01	5208.00	5233.000	11.98	22.00	263.45	18.98
LCM-02	5365.00	5390.000	12.00	22.10	265.20	18.85
LCM-03	5348.00	5370.000	12.03	21.98	264.25	16.65
LCM-04	5546.00	5572.000	12.00	22.03	264.30	19.67
LCM-05	5510.20	5538.000	11.93	22.05	262.95	21.15
S (g/minuto/200cm ²) Promedio					S	19.06
Desviación estándar					σ	1.63
Coeficiente de variación.					C.V.	8.53%

CARA - INFERIOR DE ASIENTO (LCM)						
Espécimen	Pseco (g)	Pmojado(g)	A (cm)	H (cm)	Área (cm ²)	S
LCM-01	5230.00	5242.000	11.900	9.700	115.43	20.79
LCM-02	5460.00	5472.000	12.025	10.025	120.55	19.91
LCM-03	5345.00	5357.000	12.075	10.175	122.86	19.53
LCM-04	5320.00	5331.000	12.000	9.975	119.70	18.38
LCM-05	5325.00	5338.000	11.950	9.900	118.31	21.98
S (g/minuto/200cm ²) Promedio					S	20.12
Desviación estándar					σ	1.35
Coeficiente de variación.					C.V.	6.72%

ANEXO II: Resultados de los ensayos en pilas de ladrillo King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de La Libertad.

Tabla 26. Resistencia característica ($f'm$) de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera La Esperanza.

Especimen	Dimensiones			Esbeltez	P. Max	Área	fm	FC	fm corregida
	L (cm)	t (cm)	H (cm)						
PLCE-01	22.00	12.05	55.55	4.61	10020.00	265.07	37.80	1.193	45.09
PLCE-02	22.05	12.03	55.20	4.59	9430.00	265.21	35.56	1.191	42.36
PLCE-03	22.17	12.03	55.10	4.58	9120.00	266.59	34.21	1.191	40.73
PLCE-04	22.02	12.10	55.05	4.55	9000.00	266.27	33.80	1.189	40.17
PLCE-05	22.17	12.04	55.10	4.58	9840.00	266.80	36.88	1.190	43.90
PLCE-06	22.05	12.05	54.75	4.54	8550.00	265.71	32.18	1.188	38.23
PLCE-07	22.03	12.05	55.00	4.57	9650.00	265.31	36.37	1.190	43.27
PLCE-08	22.15	12.03	55.40	4.61	9250.00	266.44	34.72	1.192	41.40
PLCE-09	22.02	12.06	55.00	4.56	9000.00	265.55	33.89	1.189	40.31
PLCE-10	22.00	12.03	55.05	4.57	8300.00	264.73	31.35	1.190	37.32
fm promedio Kg/cm2									41.28
Desviación estándar Kg/cm2									2.45
Resistencia característica $f'm$									38.83
Coeficiente de variación %									5.93%

Tabla 27. Resistencia característica ($f'm$) de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera Moche.

Especimen	Dimensiones			Esbeltez	P. Max	Área	fm	FC	fm corregida
	L (cm)	t (cm)	H (cm)						
PLCM-01	22.03	12.04	55.10	4.58	9380.00	265.20	35.37	1.190	42.10
PLCM-02	22.03	12.05	55.55	4.61	8350.00	265.43	31.46	1.193	37.52
PLCM-03	22.04	12.03	55.10	4.58	9450.00	265.12	35.64	1.191	42.44
PLCM-04	22.02	12.03	55.45	4.61	9080.00	264.86	34.28	1.193	40.89
PLCM-05	22.03	12.05	55.50	4.61	8920.00	265.38	33.61	1.192	40.08
PLCM-06	22.02	12.03	55.60	4.62	9150.00	264.80	34.55	1.194	41.24
PLCM-07	22.04	12.04	55.00	4.57	8430.00	265.40	31.76	1.190	37.79
PLCM-08	22.05	12.05	55.55	4.61	9050.00	265.66	34.07	1.193	40.63
PLCM-09	22.06	12.04	55.55	4.62	8100.00	265.47	30.51	1.193	36.40
PLCM-10	22.02	12.04	55.55	4.61	7950.00	265.11	29.99	1.193	35.77
fm promedio Kg/cm2									39.49

Desviación estándar Kg/cm ²	2.41
Resistencia característica f _m	37.08
Coefficiente de variación %	6.11%

Tabla 28. Módulo de Elasticidad de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera La Esperanza.

Especimen	Esfuerzo	Carga Axial (δ)		Deformación unitaria		Módulo de Elasticidad
	Kg/cm ²	δ 10%	δ 50%	ϵ 10%	ϵ 50%	Em (kg/cm ²)
PLCE-01	45.09	4.51	22.54	0.0002710	0.0009410	26917.95
PLCE-02	42.36	4.24	21.18	0.000372	0.000963	28668.71
PLCE-03	40.73	4.07	20.37	0.000334	0.000960	26027.54
PLCE-04	40.17	4.02	20.09	0.000271	0.000848	27850.88
PLCE-05	43.90	4.39	21.95	0.000311	0.001046	23893.80
PLCE-06	38.23	3.82	19.11	0.000199	0.000770	26779.73
PLCE-07	43.27	4.33	21.63	0.000256	0.000910	26463.95
PLCE-08	41.40	4.14	20.70	0.000260	0.000916	25241.32
PLCE-09	40.31	4.03	20.15	0.000275	0.000879	26692.68
PLCE-10	37.32	3.73	18.66	0.000260	0.000846	25472.99
Promedio Em (kg/cm ²)						26400.96

Tabla 29. Esfuerzo y deformación unitaria PLCE - 03.

PLCE-03					
Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	FC	Área (cm ²)	
12.03	22.17	55.10	1.191	266.590	
Carga (Tn)	Carga (Kg)	Deformación	FC	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Defor. Unit.
0.00	0	0.000	1.191	0.00	0.00000
0.50	500	0.013	1.191	2.23	0.00024
1.00	1000	0.022	1.191	4.47	0.00040
1.50	1500	0.028	1.191	6.70	0.00051
2.00	2000	0.033	1.191	8.93	0.00060
2.50	2500	0.036	1.191	11.17	0.00065
3.00	3000	0.039	1.191	13.40	0.00071
3.50	3500	0.042	1.191	15.63	0.00076
4.00	4000	0.045	1.191	17.87	0.00082
4.50	4500	0.050	1.191	20.10	0.00091
5.00	5000	0.056	1.191	22.33	0.00102
5.50	5500	0.060	1.191	24.56	0.00109
6.00	6000	0.065	1.191	26.80	0.00118
6.50	6500	0.070	1.191	29.03	0.00127
7.00	7000	0.076	1.191	31.26	0.00138
7.50	7500	0.083	1.191	33.50	0.00151

8.00	8000	0.090	1.191	35.73	0.00163
8.50	8500	0.096	1.191	37.96	0.00174
9.00	9000	0.105	1.191	40.20	0.00191
9.12	9120	0.110	1.191	40.73	0.00200

Gráfica 11. Esfuerzo vs deformación unitaria PLCE – 03.

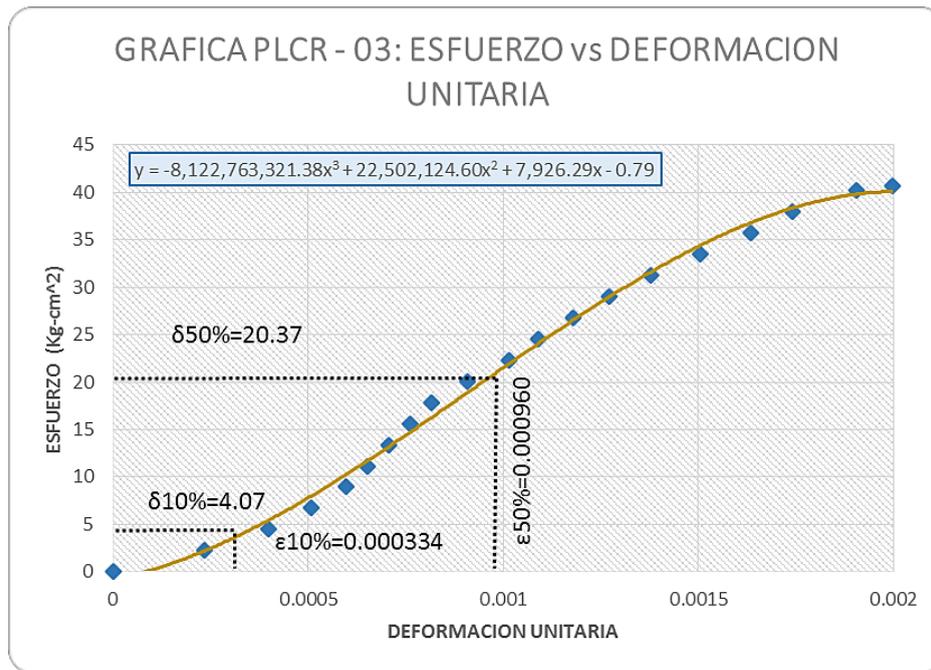


Tabla 30. Módulo de Elasticidad de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera Moche.

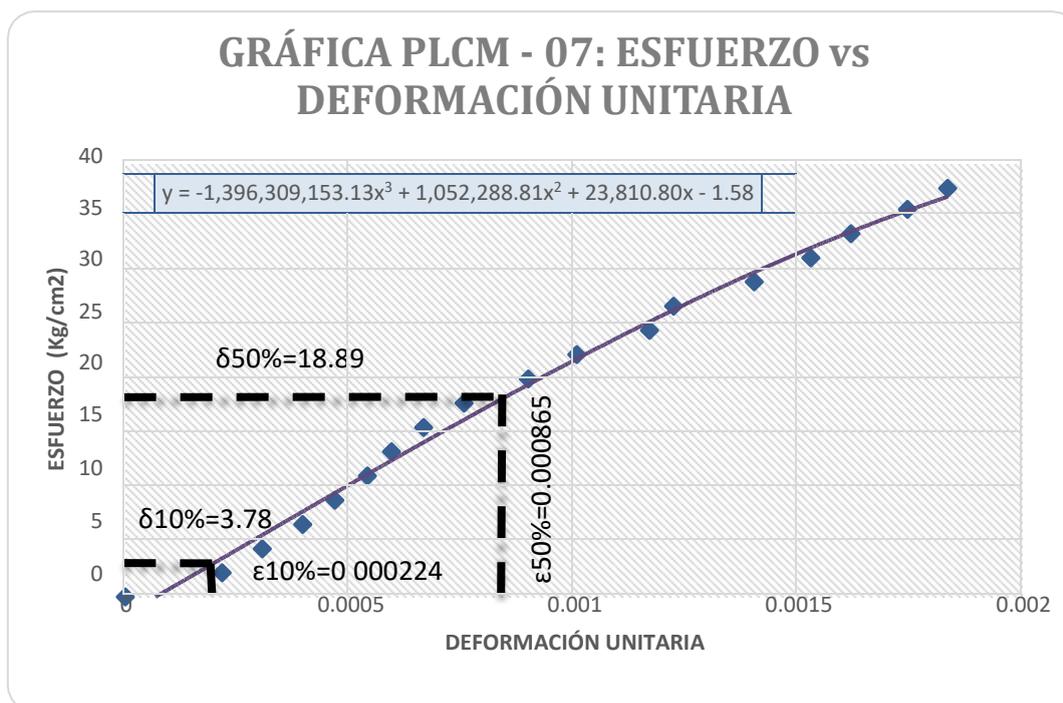
Especimen	Carga Axial (δ)		Deformación unitaria		Módulo de Elasticidad	
	Kg/cm ²	$\delta_{10\%}$	$\delta_{50\%}$	$\epsilon_{10\%}$		$\epsilon_{50\%}$
PLCM-01	42.10	4.21	21.05	0.000211	0.000911	24057.52
PLCM-02	37.52	3.75	18.76	0.000185	0.000768	25741.65
PLCM-03	42.44	4.24	21.22	0.000255	0.000914	25752.22
PLCM-04	40.89	4.09	20.44	0.000208	0.000877	24445.74
PLCM-05	40.08	4.01	20.04	0.000209	0.000800	27127.18
PLCM-06	41.24	4.12	20.62	0.000326	0.000971	25577.62
PLCM-07	37.79	3.78	18.89	0.000224	0.000865	23580.13
PLCM-08	40.63	4.06	20.31	0.000279	0.000891	26554.88
PLCM-09	36.40	3.64	18.20	0.000239	0.000802	25863.74
PLCM-10	35.77	3.58	17.89	0.000203	0.000794	24212.88
Promedio Em (kg/cm ²)						25291.36

Tabla 31. Esfuerzo y deformación unitaria PLCM – 07.

PLCM-07					
Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	FC	Área (cm ²)	
12.04	22.04	55.00	1.190	265.401	

Carga (Tn)	Carga (Kg)	Deformación	FC	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Defor. Unit.
0.00	0	0.000	1.190	0.00	0.00000
0.50	500	0.012	1.190	2.24	0.00022
1.00	1000	0.017	1.190	4.48	0.00031
1.50	1500	0.022	1.190	6.72	0.00040
2.00	2000	0.026	1.190	8.96	0.00047
2.50	2500	0.030	1.190	11.21	0.00054
3.00	3000	0.033	1.190	13.45	0.00059
3.50	3500	0.037	1.190	15.69	0.00067
4.00	4000	0.042	1.190	17.93	0.00076
4.50	4500	0.050	1.190	20.17	0.00090
5.00	5000	0.056	1.190	22.41	0.00101
5.50	5500	0.065	1.190	24.65	0.00117
6.00	6000	0.068	1.190	26.89	0.00122
6.50	6500	0.078	1.190	29.14	0.00140
7.00	7000	0.085	1.190	31.38	0.00153
7.50	7500	0.090	1.190	33.62	0.00162
8.00	8000	0.097	1.190	35.86	0.00174
8.43	8430	0.102	1.190	37.79	0.00183

Gráfica 12: Esfuerzo vs deformación unitaria PLCM – 07.



ANEXO III: Resultados de los ensayos en muretes de ladrillo King Kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de La Libertad.

Tabla 32. Resistencia característica al corte de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera La Esperanza.

Especímen	Peso (Kg)	Dimensiones			P. Max Kg	Área cm ²	Vm kg/cm ²	
		L (cm)	A (cm)	H (cm)				
MLCE-01	61.99	67.10	12.13	66.25	8400	808.43	7.35	
MLCE-02	62.24	67.40	12.05	65.90	9300	803.13	8.19	
MLCE-03	61.84	66.60	12.21	66.15	7300	810.44	6.37	
MLCE-04	62.64	67.20	12.39	66.65	9400	829.20	8.01	
MLCE-05	62.14	66.35	12.38	65.95	7100	818.94	6.13	
MLCE-06	61.64	66.85	12.17	65.90	8800	807.45	7.71	
Vm Promedio							7.29	kg/cm ²
Desviación estándar							0.86	kg/cm ²
Resistencia característica al corte v'm							6.43	kg/cm ²
Coficiente de variación							11.80	%

Tabla 33. Resistencia característica al corte de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera Moche.

Especímen	Peso (Kg)	Dimensiones			P. Max Kg	Área cm ²	vm kg/cm ²	
		L (cm)	A (cm)	H (cm)				
MLCM-01	67.55	66.75	12.51	66.35	8200	832.21	6.97	
MLCM-02	67.85	67.05	12.19	66.25	7340	812.13	6.39	
MLCM-03	67.95	67.00	12.25	66.55	8400	817.66	7.26	
MLCM-04	67.70	67.15	12.23	66.20	6800	815.10	5.90	
MLCM-05	67.45	66.70	12.17	66.40	6610	809.91	5.77	
MLCM-06	67.15	66.90	12.30	66.55	7150	820.72	6.16	
Vm Promedio							6.41	kg/cm ²
Desviación estándar							0.60	kg/cm ²
Resistencia característica al corte v'm							5.81	kg/cm ²
Coficiente de variación							9.29	%

Tabla 34. Módulo de corte de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera La Esperanza.

Especimen	Vm	Δv_m (10%)	Δv_m (50%)	Δv_m	Δy (10%)	Δy (50%)	Δy	Módulo de Corte (Gm)
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	cm/cm	cm/cm	cm/cm	kg/cm ²
MLCE-01	7.35	0.73	3.67	2.94	0.000247	0.000646	0.00040	7364.46
MLCE-02	8.19	0.82	4.09	3.27	0.000240	0.000625	0.00039	8505.79
MLCE-03	6.37	0.64	3.18	2.55	0.000153	0.000531	0.00038	6738.92
MLCE-04	8.01	0.80	4.01	3.21	0.000260	0.000675	0.00041	7728.74
MLCE-05	6.13	0.61	3.06	2.45	0.000135	0.000490	0.00036	6906.51
MLCE-06	7.71	0.77	3.85	3.08	0.000224	0.000610	0.00039	7984.69
<i>PROMEDIO Gm (Kg/cm²)</i>								7538.19

Tabla 35. Esfuerzo cortante y deformación unitaria MLCE – 03.

MLCE-03					
L (cm)	A (cm)	H (cm)	Área (cm ²)		
66.60	12.21	66.15	810.439		
Carga (Tn)	Carga (Kg)	Deformación Vertical (cm)	Deformación Horizontal (cm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Defor. Unit. (cm/cm)
0.00	0	0.000	0.000	0.00	0.00000
0.20	200	0.005	0.004	0.17	0.00010
0.40	400	0.007	0.006	0.35	0.00014
0.60	600	0.008	0.007	0.52	0.00016
0.80	800	0.009	0.008	0.70	0.00018
1.00	1000	0.010	0.009	0.87	0.00020
1.20	1200	0.012	0.010	1.05	0.00023
1.40	1400	0.013	0.010	1.22	0.00025
1.60	1600	0.014	0.011	1.40	0.00027
1.80	1800	0.015	0.012	1.57	0.00029
2.00	2000	0.015	0.013	1.74	0.00030
2.20	2200	0.016	0.015	1.92	0.00033
2.40	2400	0.017	0.016	2.09	0.00035
2.60	2600	0.018	0.018	2.27	0.00038
2.80	2800	0.020	0.019	2.44	0.00042
3.00	3000	0.021	0.020	2.62	0.00044
3.20	3200	0.023	0.021	2.79	0.00047
3.40	3400	0.024	0.023	2.97	0.00050
3.60	3600	0.025	0.024	3.14	0.00052
3.80	3800	0.026	0.025	3.31	0.00054

4.00	4000	0.028	0.026	3.49	0.00058
4.20	4200	0.030	0.028	3.66	0.00062
4.40	4400	0.031	0.030	3.84	0.00065
4.60	4600	0.031	0.031	4.01	0.00066
4.80	4800	0.032	0.031	4.19	0.00067
5.00	5000	0.033	0.032	4.36	0.00069
5.20	5200	0.035	0.034	4.54	0.00074
5.40	5400	0.036	0.036	4.71	0.00077
5.60	5600	0.037	0.038	4.89	0.00080
5.80	5800	0.038	0.040	5.06	0.00083
6.00	6000	0.040	0.041	5.23	0.00086
6.20	6200	0.040	0.042	5.41	0.00087
6.40	6400	0.041	0.043	5.58	0.00089
6.60	6600	0.042	0.044	5.76	0.00092
6.80	6800	0.043	0.045	5.93	0.00094
7.00	7000	0.045	0.047	6.11	0.00098
7.20	7200	0.047	0.049	6.28	0.00102
7.30	7300	0.050	0.050	6.37	0.00107

Gráfica 13: Esfuerzo cortante vs deformación unitaria MLCE – 03.

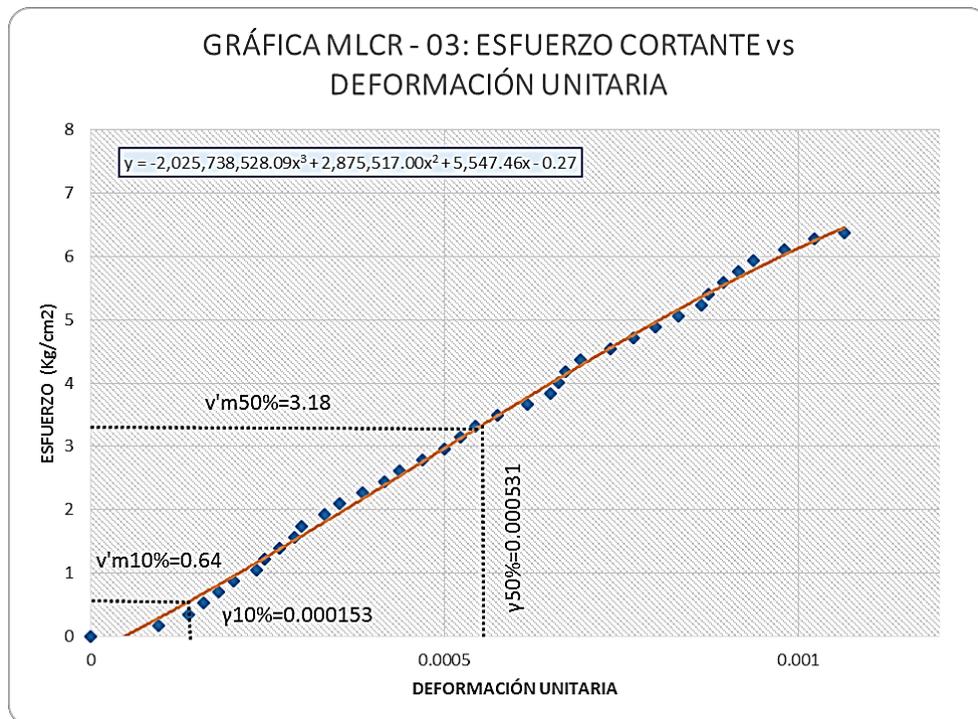


Tabla 36. Módulo de corte de ladrillos King Kong de concreto fabricados en la ladrillera Moche.

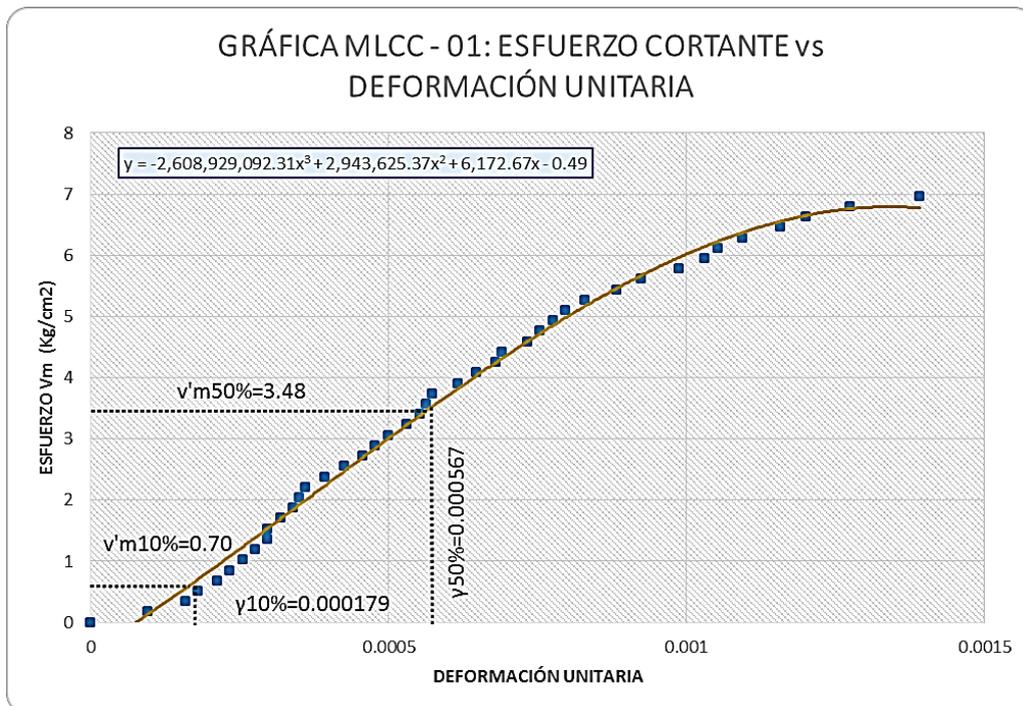
Espécimen	V _m	Δv _m (10%)	Δv _m (50%)	Δv _m	Δγ (10%)	Δγ (50%)	Δγ	Módulo de Corte (Gm)
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	cm/cm	cm/cm	cm/cm	kg/cm ²
MLCM-01	6.97	0.70	3.48	2.79	0.000179	0.000567	0.000388	7181.74
MLCM-02	6.39	0.64	3.19	2.56	0.000169	0.000552	0.000383	6675.20
MLCM-03	7.26	0.73	3.63	2.91	0.000211	0.000668	0.000457	6357.26
MLCM-04	5.90	0.59	2.95	2.36	0.000168	0.000525	0.000357	6612.29
MLCM-05	5.77	0.58	2.89	2.31	0.000165	0.000502	0.000337	6852.83
MLCM-06	6.16	0.62	3.08	2.46	0.000174	0.000523	0.000349	7059.38
<i>PROMEDIO Gm (Kg/cm²)</i>								6789.78

Tabla 37. Esfuerzo cortante y deformación unitaria MLCM – 01.

MLCM-01					
L (cm)	A (cm)	H (cm)	Área (cm ²)		
66.75	12.51	66.35	832.208		
Carga (Tn)	Carga (Kg)	Deformación Vertical (cm)	Deformación Horizontal (cm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Defor. Unit. (cm/cm)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.00000
0.20	200	0.005	0.004	0.17	0.00010
0.40	400	0.008	0.007	0.34	0.00016
0.60	600	0.009	0.008	0.51	0.00018
0.80	800	0.011	0.009	0.68	0.00021
1.00	1000	0.012	0.010	0.85	0.00023
1.20	1200	0.013	0.011	1.02	0.00026
1.40	1400	0.014	0.012	1.19	0.00028
1.60	1600	0.015	0.013	1.36	0.00030
1.80	1800	0.015	0.013	1.53	0.00030
2.00	2000	0.016	0.014	1.70	0.00032
2.20	2200	0.017	0.015	1.87	0.00034
2.40	2400	0.018	0.015	2.04	0.00035
2.60	2600	0.018	0.016	2.21	0.00036
2.80	2800	0.020	0.017	2.38	0.00039
3.00	3000	0.022	0.018	2.55	0.00043
3.20	3200	0.023	0.020	2.72	0.00046
3.40	3400	0.024	0.021	2.89	0.00048
3.60	3600	0.025	0.022	3.06	0.00050
3.80	3800	0.026	0.024	3.23	0.00053
4.00	4000	0.027	0.025	3.40	0.00055

4.20	4200	0.028	0.025	3.57	0.00056
4.40	4400	0.028	0.026	3.74	0.00057
4.60	4600	0.030	0.028	3.91	0.00062
4.80	4800	0.032	0.029	4.08	0.00065
5.00	5000	0.034	0.030	4.25	0.00068
5.20	5200	0.035	0.030	4.42	0.00069
5.40	5400	0.036	0.033	4.59	0.00073
5.60	5600	0.037	0.034	4.76	0.00075
5.80	5800	0.038	0.035	4.93	0.00078
6.00	6000	0.039	0.036	5.10	0.00080
6.20	6200	0.040	0.038	5.27	0.00083
6.40	6400	0.043	0.040	5.44	0.00088
6.60	6600	0.045	0.042	5.61	0.00092
6.80	6800	0.048	0.045	5.78	0.00099
7.00	7000	0.051	0.046	5.95	0.00103
7.20	7200	0.052	0.047	6.12	0.00105
7.40	7400	0.053	0.050	6.29	0.00109
7.60	7600	0.055	0.054	6.46	0.00116
7.80	7800	0.057	0.056	6.63	0.00120
8.00	8000	0.060	0.060	6.80	0.00128
8.20	8200	0.067	0.064	6.97	0.00139

Gráfica 14: Esfuerzo cortante vs deformación unitaria MLCM – 01.



ANEXO IV: Resultados de los ensayos del agregado fino para mortero.

Tabla 38. Material más fino que pasa el tamiz N° 200.

Descripción	Unidad	1° ensayo	2° ensayo	3° ensayo	Promedio
Peso seco de la muestra original	gr	300.00	300.00	300.00	300.00
Peso seco de la muestra lavada	gr	287.20	286.10	287.80	287.03
Peso del material más fino que pasa el tamiz N° 200	gr	12.80	13.90	12.20	12.97
% de material más fino que pasa el tamiz N° 200	%	4.27	4.63	4.07	4.32

Tabla 39. Análisis granulométrico del agregado fino ensayo N° 01.

Malla ASTM	abertura (mm)	ENSAYO N° 01			
		peso retenido (gr)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
N° 4	4.760	0	0.00	0.00	100.00
N° 08	2.380	45.5	3.79	3.79	96.21
N° 16	1.190	255.9	21.33	25.12	74.88
N° 30	0.600	285.6	23.80	48.92	51.08
N° 50	0.297	312.5	26.04	74.96	25.04
N° 100	0.149	219.7	18.31	93.27	6.73
N°200	0.074	60.9	5.08	98.34	1.66
< N° 200	0.074	19.9	1.66	100.00	0.00
TOTAL		1200.00	100.00	MF	2.46

Gráfica 15. Curva granulométrica ensayo N° 01.

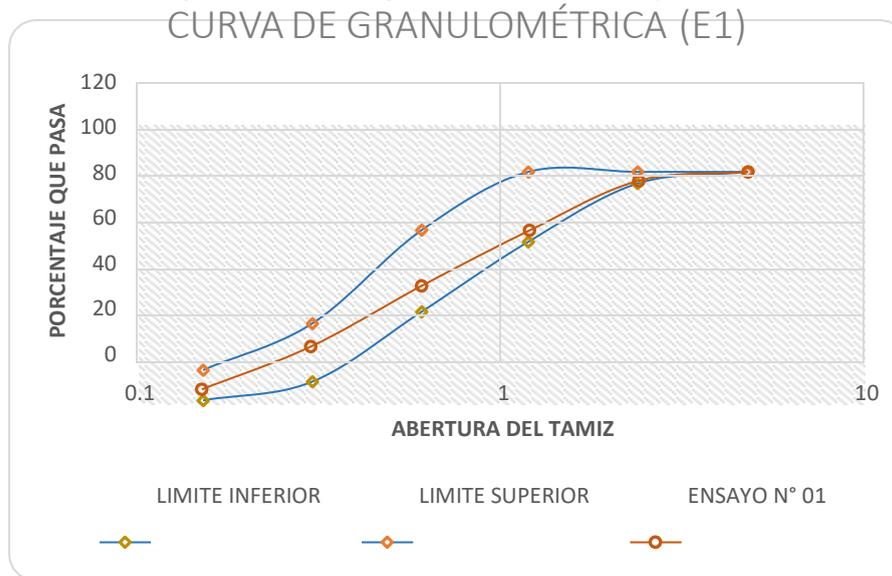


Tabla 40. Análisis granulométrico del agregado fino ensayo N° 02.

ENSAYO N° 02					
Malla ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
N° 4	4.760	0	0.00	0.00	100.00
N° 08	2.380	50.5	4.21	4.21	95.79
N° 16	1.190	235.4	19.62	23.83	76.18
N° 30	0.600	289.6	24.13	47.96	52.04
N° 50	0.297	312.4	26.03	73.99	26.01
N° 100	0.149	234	19.50	93.49	6.51
N° 200	0.074	56.6	4.72	98.21	1.79
< N° 200	0.074	21.5	1.79	100.00	0.00
TOTAL		1200.00	100.00	MF	2.43

Gráfica 16. Curva granulométrica ensayo N° 02.

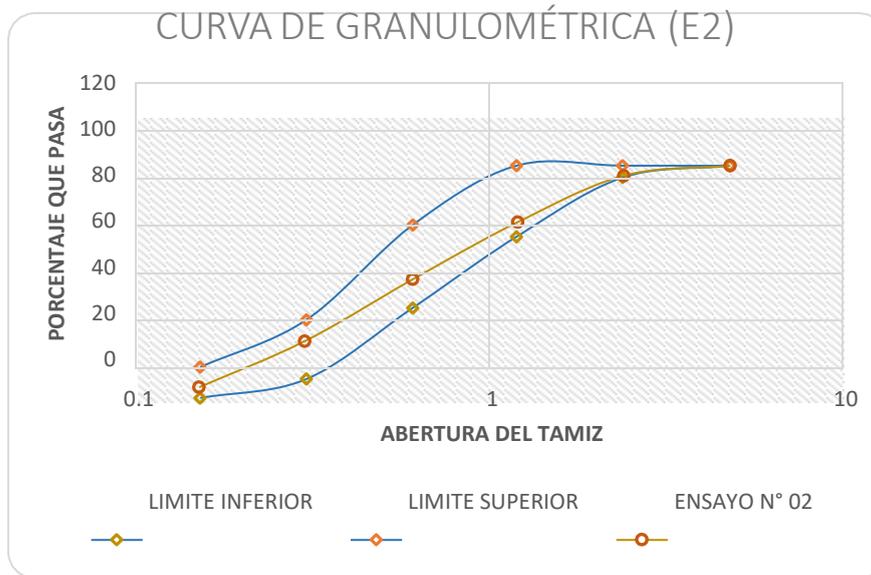


Tabla 41. Análisis granulométrico del agregado fino ensayo N° 03.
ENSAYO N° 03

Malla ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
3/8	9.500	0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	0	0.00	0.00	100.00
N° 08	2.380	53.1	4.43	4.43	95.58
N° 16	1.190	261.4	21.78	26.21	73.79
N° 30	0.600	290.5	24.21	50.42	49.58
N° 50	0.297	268	22.33	72.75	27.25
N° 100	0.149	252.4	21.03	93.78	6.22
N°200	0.074	58.1	4.84	98.63	1.38
< N° 200	0.074	16.5	1.38	100.00	0.00
TOTAL		1200.00	100.00	MF	2.48

Gráfica 17. Curva de granulometría ensayo N° 03.

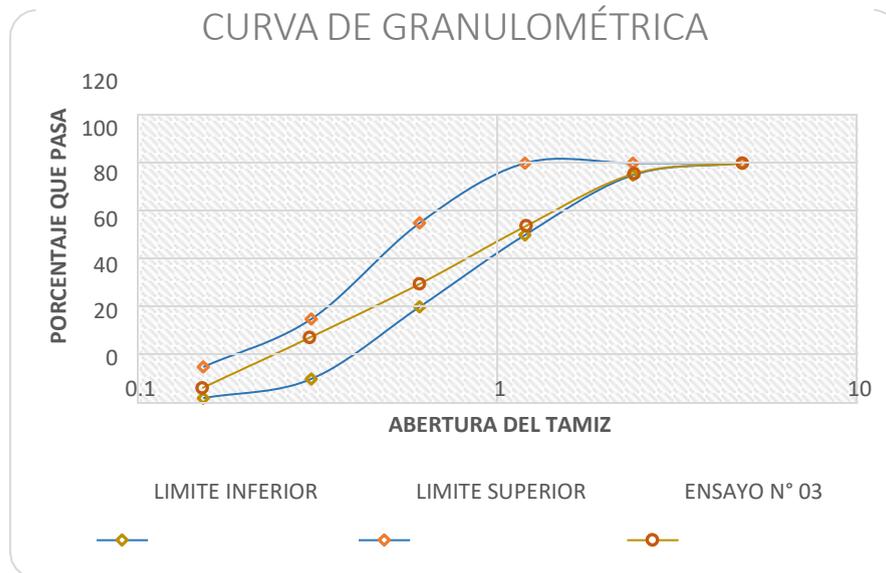


Tabla 42. Pesos específicos y absorción del agregado fino.

Descripción	Unidad	1°	2°	3°	Promedio
Peso de la muestra saturada con superficialmente seca (S)	gr	500.00	500.00	500.00	-----
Peso del picnómetro lleno de la muestra y el agua (C)	gr	963.8	963.9	963.7	-----
Peso del picnómetro llenado de agua (B)	gr	654.10	654.10	654.10	-----
Peso de la Muestra seca al horno (A)	gr	494.60	494.30	494.20	-----
Peso específico de masa (Pem)	gr/cm ³	2.599	2.599	2.596	2.60
Peso específico de masa saturado con superficie seca (PeSSS)	gr/cm ³	2.627	2.629	2.626	2.63
Peso específico aparente (Pea)	gr/cm ³	2.675	2.679	2.677	2.68
Absorción	%	1.092	1.153	1.174	1.14

Tabla 43: Peso específico del agua.

Descripción	Unidad	1°	2°	3°	Promedio
Peso de Fiola + Agua	gr	654.10	654.20	654.35	654.22
Peso de Fiola	gr	157.30	157.30	157.30	157.30
Peso de Agua	gr	496.80	496.90	497.05	496.92
Volumen de Agua	cm ³	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso específico del Agua	gr/cm ³	0.994	0.994	0.994	0.994

Tabla 44. Factor de la medida del agua del recipiente.

Descripción	Unidad	1°	2°	3°	Promedio
Peso de Recipiente + Vidrio	gr	4757.600	4757.600	4757.600	4757.600
Peso de Recipiente + Vidrio + Agua	gr	7762.400	7762.300	7762.500	7762.400
Peso de Agua	gr	3004.800	3004.700	3004.900	3004.800
Peso específico del Agua	gr/cm ³	0.994	0.994	0.994	0.994
F	cm-3	0.00033067	0.00033075	0.00033083	0.00033075

Tabla 45. Peso específico compactado seco del agregado fino.

Descripción	Unidad	1°	2°	3°	Promedio
Peso del Recipiente	gr	3880.20	3880.20	3880.20	3880.20
Peso del Recipiente + agregado	gr	8891.50	8885.90	8909.50	8895.63
Peso del Agregado	gr	5011.30	5005.70	5029.30	5015.43
F	cm-3	0.00033075	0.00033075	0.00033075	0.000330749
PUCS	gr/cm ³	1.657	1.656	1.663	1.659

Tabla 46. Peso específico suelto seco del agregado fino.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	1°	2°	3°	PROMEDIO
Peso del Recipiente	gr	3880.20	3880.20	3880.20	3880.20
Peso del Recipiente + agregado	gr	8424.10	8453.80	8430.45	8436.12
Peso del Agregado	gr	4543.90	4573.60	4550.25	4555.92
F	cm-3	0.00033075	0.00033075	0.00033075	0.000330749
PUSS	gr/cm ³	1.503	1.513	1.505	1.507

ANEXO V: DISEÑO ANALÍTICO DEL MORTERO

I. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES:

CEMENTO:

Tipo	I NTP 334.009
Peso específico	3.12 g/cm ³

AGREGADO FINO:

Peso específico de masa (Pem)	2.60 g/cm ³
Peso específico de masa saturado con superficie seca (PeSSS)	2.63 g/cm ³
Peso específico aparente (Pea)	2.68 g/cm ³
Absorción	1.14 %
Peso unitario suelto seco	1.51 g/cm ³
Peso unitario compactado seco	1.66 g/cm ³
Contenido de humedad	1.80 %
Módulo de fineza	2.46
Partículas menores al tamiz 200	4.32 %
Asentamiento	4" - 6"

II. MORTERO TIPO P2

Dosificación	Cemento	Arena
		1

Fuente: NTP E070

Aire atrapado	3.5 %
Agua aproximado	1.0

2.1. MATERIALES VOLUMEN POR UNA BOLSA DE CEMENTO

Cemento	1.00 pie ³
Arena	5.00 pie ³

2.2. PESO SECO DE LOS MATERIALES

Cemento	42.50 Kg
Arena	213.35 Kg
Agua	42.50 Kg

2.3. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES SIN AIRE ATRAPADO

Cemento	0.014 m ³
Arena	0.082 m ³
Agua	0.043 m ³

	Volumen por bolsa de cemento	0.138 m ³
2.4.	VOLUMEN DEL MORTERO SIN AIRE ATRAPADO	
	Volumen mortero	1 m ³
	Volumen sin aire atrapado	0.965 m ³
2.5.	FACTOR CEMENTO	
	Bolsas por m ³ de mortero	6.98
2.6.	MATERIALES POR M3 DE MORTERO	
	Cemento	296.66 Kg
	Arena	1489.22 Kg
	Agua	296.66 L
2.7.	MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD	
	Cemento	296.66 Kg
	Arena	1516.03 Kg
	Agua	286.82 L
2.8.	PROPORCION EN PESO	
	Cemento	1.00 Kg
	Arena	5.11 Kg
	Agua	41.09 L/bolsa
2.9.	PROPORCION EN VOLUMEN	
	Cemento	1.00
	Arena	5.00
	Agua	41.09 L/bolsa

ANEXO VI: Resultado de la resistencia a compresión del mortero y de adherencia.

Tabla 56. Resistencia a compresión del mortero.

Espécimen	Carga (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Resistencia del mortero MPa	Resistencia del mortero kg/cm²
M01	1920.00	5.08	20.27	9.29	94.73
M02	1720.00	5.08	20.27	8.32	84.86
M03	2180.00	5.08	20.27	10.55	107.56
M04	1840.00	5.08	20.27	8.90	90.78
M05	2150.00	5.08	20.27	10.40	106.08
M06	1920.00	5.08	20.27	9.29	94.73
M07	1820.00	5.08	20.27	8.81	89.80
M08	1990.00	5.08	20.27	9.63	98.18
M09	2260.00	5.08	20.27	10.93	111.50
M10	1810.00	5.08	20.27	8.76	89.30
M11	2050.00	5.08	20.27	9.92	101.14
M12	1730.00	5.08	20.27	8.37	85.35
M13	1970.00	5.08	20.27	9.53	97.20
M14	2150.00	5.08	20.27	10.40	106.08
M15	2220.00	5.08	20.27	10.74	109.53
M16	1630.00	5.08	20.27	7.89	80.42
M17	1890.00	5.08	20.27	9.14	93.25
M18	1790.00	5.08	20.27	8.66	88.32
M19	1950.00	5.08	20.27	9.43	96.21
M20	2320.00	5.08	20.27	11.23	114.46
Promedio resistencia f_c				9.51	96.97
Desviación estándar σ				0.95 MPa	9.67 Kg/cm ²
Resistencia característica a compresión f'_c				8.56 MPa	87.31 Kg/cm ²
Coeficiente de variación (%)				10.0%	10.0%

Tabla 57. Resistencia al corte en ensayo de adherencia mortero unidad fabricado en la ladrillera La Esperanza.

Espécimen	Alto	Ancho	Espesor de la junta	Carga aplicada	Resistencia al corte	Promedio
	(cm)	(cm)	(mm)	Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²
TLR - 01	12.10	10.00	12.00	1200.00	9.92	
TLR - 02	12.20	10.10	14.50	920.00	7.47	
TLR - 03	12.00	10.20	13.50	1050.00	8.58	
TLR - 04	11.90	10.00	13.00	1150.00	9.66	8.91
TLR - 05	12.05	10.05	14.80	1080.00	8.92	

Tabla 58. Resistencia al corte en ensayo de adherencia mortero unidad fabricado en la ladrillera Moche.

Espécimen	Alto	Ancho	Espesor de la junta	Carga aplicada	Resistencia al corte	Promedio
	(cm)	(cm)	(mm)	Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²
TLC - 01	12.20	10.00	11.80	1150.00	9.43	
TLC - 02	12.30	10.20	12.50	1080.00	8.61	
TLC - 03	12.00	10.10	13.70	1030.00	8.50	
TLC - 04	11.95	10.00	14.30	850.00	7.11	8.41
TLC - 05	12.1	10.05	14.7	1025	8.43	



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



SGC-REG-06-G0002
Versión 01

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150

Pacasmayo, 20 de Julio del 2016

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.2	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.8	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.0	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.73	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	8	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.10	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	3770	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.12	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3 días	MPa (Kg/cm ²)	31.7 (323)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7 días	MPa (Kg/cm ²)	38.5 (392)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28 días (*)	MPa (Kg/cm ²)	46.5 (474)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

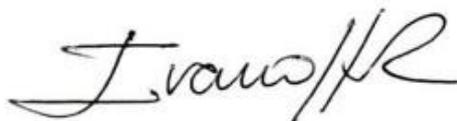
Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	132	Mínimo 45
Fraguado Final	min	289	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-06-2016 al 30-06-2016

La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Mayo 2016

(*) Requisito opcional.



Ing. Ivanoff V. Rojas Tello

Superintendente de Control de Calidad

