

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**SEDE JAÉN**



**DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO A COMPRESIÓN  
AXIAL Y EL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ  
EN PRISMAS DE ALBAÑERÍA CON LADRILLOS ARTESANALES  
DE ARCILLA EN LA CIUDAD DE JAÉN - CAJAMARCA**

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

**PRESENTADO POR:**

**BACHILLER YOZHIV RAJIV MUÑOZ VERGARA**

**ASESOR**

**MC.s. ING. ALBERTICO ALADINO BADA ALDAVE**

**JAÉN - CAJAMARCA - PERÚ**

**2014**

COPYRIGHT © 2014 BY

YOZHIV RAJIV MUÑOZ VERGARA

Todos los derechos reservados

**A:**

A Nuestro Dios Padre por darme la vida y salud

Para seguir y concluir mi carrera profesional

A mi padre y madre por confiar en mí siempre, por sacrificarse día a día

Para que sea un buen profesional y una buena persona

Y a todas las personas que me apoyaron para cumplir

Esta misión de ser profesional

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de Cajamarca

A todos los catedráticos que me formaron

A mi asesor de tesis Mc.S. Ing. Albertico Aladino Bada Aldave

A toda mi familia por apoyarme para

Desarrollar esta Tesis

## INDICE

Ítem	Págs.
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras	ix
Lista de Abreviaciones	xi
Resumen	xii
Abstract	xiii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Bases Teóricas	7
2.3. Definición de términos	14
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Ubicación Geográfica	16
3.2. Tiempo de duración de la investigación	17
3.3. Materiales y equipos	17
3.4. Proceso Metodológico	17
3.4.1. Procedimiento de investigación	17
3.5. Tratamiento y análisis de datos.	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. Resultados como unidad de ladrillo artesanal	29
4.2. Resumen del Mortero	35
4.3. Resultados de los prismas de albañilería con ladrillo artesanal de arcilla	36
4.3.1. Variación dimensional en prismas de albañilería.	36
4.3.2. Resultado no depurados del ensayo a compresión axial en prismas de albañilería.	37
4.3.3. Resultado del cálculo del coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez.	45
4.3.4. Comparación de los coeficientes de corrección de $f'm$ por esbeltez.	51
4.3.5. Comparación de la Norma E0.70 con los resultados.	52
4.3.6. Tipos de fallas presentadas en los prismas de albañilería.	53
4.4. Discusión	56

4.5. Contrastación de la hipótesis	58
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	59
5.1. CONCLUSIONES	59
5.2. RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
Anexo A	62
Anexo B	70
Anexo C	75
Anexo D	88
Anexo E	101
Anexo F	109

## INDICE DE TABLAS

Tablas	Págs.
Tabla 1. Factores de corrección de $f'm$ por esbeltez - Norma ASTM C1314	4
Tabla 2. Evaluación del Coeficiente de corrección por Esbeltez ( $C_{ce}$ )	5
Tabla 3. Factores de corrección altura/espesor para la resistencia en compresión de prisma de albañilería.	11
Tabla 4. Resistencias. Características de la albañilería MPA (kg/cm <sup>2</sup> ) - RNE	13
Tabla 5. Factores de corrección de $f'm$ por esbeltez – RNE E0,70	14
Tabla 6. Resumen de Variación Dimensional como unidad de ladrillo artesanal fabricado en Fila Alta.	29
Tabla 7. Cálculo del espesor de la junta horizontal según la Norma E 0.70.	30
Tabla 8. Resumen del ensayo de alabeo del ladrillo	30
Tabla 9.- Resumen del ensayo de succión del ladrillo	32
Tabla 10.- Resumen del ensayo de absorción del ladrillo	32
Tabla 11.- Resistencia a compresión de la unidad $f'_{b}$	33
Tabla 12.- Resumen del ensayo a compresión como unidad de ladrillo	34
Tabla 13.- Resumen del ensayo a compresión de mortero $f'_{mortero}$ 28 días.	35
Tabla 14.- Resumen de la variabilidad dimensional en prismas de albañilería.	36
Tabla 15.- Resumen a compresión axial en cada prisma, datos no depurados. Ladrillera A	37
Tabla 16.- Resumen a compresión axial en cada prisma, datos no depurados. Ladrillera B.	39
Tabla 17.- Resumen a compresión axial en cada prisma, datos no depurados. Ladrillera C.	40
Tabla 18.- Resumen a compresión axial en cada prisma, datos no depurados. Ladrillera D.	42
Tabla 19.- Coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez para ladrillera A.	45

Tabla 20.- Coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez para ladrillera B.	46
Tabla 21.- Coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez para ladrillera C.	48
Tabla 22.- Coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez para ladrillera D.	49
Tabla 23.- Comparación de los coeficientes de corrección de $f'm$ por esbeltez.	51
Tabla 24.- Diferencia porcentual de los coeficiente de $C_{ce}$ entre sí.	52
Tabla 25. Resumen de clasificar $f'm$ con la Norma E 0.70	52
Tablas 26 - 29. Calculo de variación dimensional como unidad de ladrillo	63
Tabla 30.- Alabeo en ladrillos artesanales de arcilla.	67
Tabla 31.- Succión en ladrillos artesanales de arcilla.	68
Tabla 32.- Absorción en ladrillos artesanales de arcilla.	69
Tablas 33 – 39. Comprobación de hipótesis estadístico 1 – 7, según Minitab	71
Tablas 40 - 51. Calculo de la variabilidad dimensional en prismas de albañilería artesanal de arcilla – Anexo C	76
Tablas 52 – 63. Calculo de la $f'm$ por cada hilada y juntas de cada ladrillera	89
Tablas 64 – 70. Resume de estimaciones de parámetros de ajuste	102

## INDICE DE FIGURAS

Figuras	Págs.
Figura 1. Modelo de Prisma de esbeltez.	5
Figura 2. Falla ideal de la pila de albañilería	6
Figura 3. Falla por trituración de la pila de albañilería	6
Figura 4. Ubicación de las mediciones en el prisma.	8
Figura 5. Esquema de modo de fallas	10
Figura 6. Croquis de las ubicaciones de las ladrilleras artesanales	16
Figura 7. Escogiendo 170 ladrillos al azar	18
Figura 8. Medición del ladrillo como unidad	20
Figura 9. Ladrillo sumergido por un minuto con un nivel constante.	21
Figura 10. Ladrillos sumergidos por 24 horas.	22
Figura 11. Ensayo a comprensión de unidad de ladrillo	22
Figura 12. Cubo de mortero sometido a compresión axial	24
Figura 13. Asentando verticalmente con nivel de carpintero.	25
Figura 14. Refrentado con cemento - yeso	26
Figura 15. Pila instalada para ensayo a compresión axial	27
Figura 16. Alabeos de máximos y mínimos de cada ladrillera	31
Figura 17. Dispersión de $f'm$ para 1cm y diferente esbeltez – Ladrillera A	37
Figura 18. Dispersión de $f'm$ para 1,5cm y diferente esbeltez – Ladrillera A.	38
Figura 19. Dispersión de $f'm$ para 2,0cm y diferente esbeltez – Ladrillera A.	39
Figura 20. Dispersión de $f'm$ para 1,0cm y diferente esbeltez – Ladrillera B.	39
Figura 21. Dispersión de $f'm$ para 1,5cm y diferente esbeltez – Ladrillera B.	40
Figura 22. Dispersión de $f'm$ para 2,0cm y diferente esbeltez – Ladrillera B.	40
Figura 23. Dispersión de $f'm$ para 1cm y diferente esbeltez – Ladrillera C.	41
Figura 24. Dispersión de $f'm$ para 1,5cm y diferente esbeltez – Ladrillera C.	42
Figura 25. Dispersión de $f'm$ para 2,0cm y diferente esbeltez – Ladrillera C.	42
Figura 26. Dispersión de $f'm$ para 1cm y diferente esbeltez – Ladrillera D.	43
Figura 27. Dispersión de $f'm$ para 1,5cm y diferente esbeltez – Ladrillera D.	44
Figura 28. Dispersión de $f'm$ para 2cm y diferente esbeltez – Ladrillera D.	44
Figura 29. Coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez obtenidos de forma experimental para Ladrillera A con junta de 2cm.	46
Figura 30. Coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez obtenidos de forma experimental para Ladrillera B con junta de 1cm.	47

Figura 31. Coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez obtenidos de forma experimental para Ladrillera B con junta de 1,5cm.	47
Figura 32. Coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez obtenidos de forma experimental para Ladrillera B con junta de 2cm.	48
Figura 33. Coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez obtenidos de forma experimental para Ladrillera C con junta de 2cm.	49
Figura 34. Coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez obtenidos de forma experimental para Ladrillera D con junta de 1,5cm.	50
Figura 35. Coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez obtenidos de forma experimental para Ladrillera D con junta de 2cm.	50
Figura 36. Falla por aplastamiento	53
Figura 37. Falla por fisuras verticales	53
Figura 38. Grieta vertical vista lateral	54
Figura 39. Fisura vertical vista frontal	54
Figura 40. Falla por trituración vista frontal	54
Figura 41. Falla por trituración vista lateral	54
Figura 42. Falla por trituración y fisura vertical vista lateral	55
Figura 43. Falla por trituración y fisura vertical vista frontal	55
Figura 44. Unidad de ladrillo	67
Figuras 45 - 51. Curva de Ajuste para coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez para cada Ladrillera	102
Figura 52. Identificación de las 4 ladrilleras.	110
Figura 53. Selección de la arena gruesa	110
Figura 54. Peso seco de la unidad de ladrillo.	110
Figura 55. Preparación del ensayo a succión.	111
Figura 56. Peso sumergido, para ensayo a succión.	111
Figura 57. Peso Saturado, para ensayo absorción.	111
Figura 58. Preparación de la Mezcla	112
Figura 59. Molde para hacer los cubos de motero.	112
Figura 60. Cubo de mortero para ensayo a la resistencia a compresión	112
Figura 61. Construcción de los 180 prismas de albañilerías.	113
Figura 62. Prismas preparados para el ensayo a compresión axial.	113.
Figura 63 - 65. Ensayo a compresión axial para 2, 3 y 4 hiladas en prismas de albañilería.	113

## LISTA DE ABREVIACIONES

ASTM: American Society for Testing and Materials

RNE: Reglamento Nacional de Edificaciones

NTP: Norma Técnica Peruana

C<sub>ce</sub>: Coeficiente de corrección de  $f'_m$  por esbeltez

$f'_m$ : Resistencia a compresión Axial en prismas de albañilería.

$f'_b$ : Resistencia a compresión como unidad de ladrillo.

$f'_m$  mortero: Resistencia a compresión del mortero

E: Esbeltez

CV: Coeficiente de variación

## RESUMEN

Este estudio se realizó por la carencia de conocimiento respecto a la resistencia a compresión axial en prismas de albañilería ( $f'_m$ ), lo que ha llevado al autor del trabajo a formular el problema de la siguiente manera: ¿Cuál será el comportamiento a compresión axial y el factor de corrección por esbeltez, en prisma de albañilería con ladrillos artesanales de arcilla fabricados en el sector de Fila Alta de la ciudad de Jaén, de la región Cajamarca?. EL objetivo de esta investigación es determinar el comportamiento a compresión axial ( $f'_m$ ) y el factor de corrección por esbeltez ( $C_{ce}$ ), en prismas de albañilería con ladrillos artesanales de arcilla fabricados en el sector Fila Alta – tercera Etapa de la ciudad de Jaén. Para este propósito se construyó 180 prismas de albañilería en diferentes espesores con juntas de 1, 1,5 y 2 cm con variación de la esbeltez en 2, 3 y 4 hiladas. Se realizó su  $f'_m$  a los 28 días de construidas; también se ha determinado las propiedades físicas – mecánicas del ladrillo, por lo tanto se ensayó la resistencia a compresión del mortero con una dosificación según el RNE E0,70 Cemento: Cal: Arena – 1:0:4, llegándose a determinar qué factores influyen a la  $f'_m$ , siendo éstas: 1) las resistencias como unidad de ladrillo ( $f'_b$ ) tienden a variar bastante; 2) cuando la junta es de mayor espesor menor  $f'_m$ ; 3) la esbeltez influye, a mayor esbeltez menor  $f'_m$ . El cálculo del Coeficiente de corrección por esbeltez experimentalmente no se asemeja a las normas E0.70, ASTM C1314 y NTP 399.605, por lo tanto se considera para este estudio que la esbeltez mínima a considerar es 2 y la esbeltez estándar sea  $E = 3$  donde  $C_{ce} = 1$ .

**Palabras claves:** Ladrillo, mortero, prismas, albañilería, Junta, esbeltez, resistencia.

## ABSTRACT

This study was carried out by the lack of knowledge with regard to resistance to axial compression in masonry prisms ( $f'_m$ ), which has led to the author of the work to formulate the problem as follows: Which will be the behavior for axial compression and the factor of slenderness, in prism of masonry with handcrafted bricks of clay manufactured in the sector of Fila Alta of the city of Jaen, Cajamarca region?

The goal of this research is to determine the behavior to axial compression ( $f'_m$ ) and the correction factor by slenderness ( $C_{ce}$ ) in masonry prisms with handcrafted bricks of clay manufactured in the sector Fila Alta - third phase of the city of Jaen. For this purpose 180 masonry prisms were built in different thicknesses with joints of 1, 1.5 and 2 cm with variation of the slenderness in 2, 3 and 4 alignments.

The  $f'_m$  was constructed to 28 days, also, the physical- mechanical properties of the brick were determined, therefore the resistance to compression of the mortar was tested with a dosage according to the RNE E0.70 Cement: Cal: Sand - 1:0:4, reaching to determine which factors influence the  $f'_m$ , these are: 1) the resistances as the unit of brick ( $f'_b$ ) tend to vary quite; 2) when the joint is thicker, it has less  $f'_m$ ; 3) the slenderness influences, to greater svelte, lesser  $f'_m$ . The calculation of the correction coefficient for svelte, by experimentally, does not look like the rules E0.70, ASTM C1314 and NTP 399,605, thus for this study minimum slenderness is 2 and the standard slenderness is  $E = 3$  where  $CCE = 1$ .

**Key Words:** brick, mortar, prisms, masonry, slenderness, resistance.

## CAPITULO I. INTRODUCCION

Jaén, como ciudad, es el centro urbano de las decisiones políticas y administrativas del sector público así como del comercio de la provincia del mismo nombre, la cual está ubicada en la zona Nor Oriental del Departamento de Cajamarca, en ceja de selva. Nuestra zona urbana en los últimos años ha incrementado su expansión territorial por el crecimiento poblacional, lo cual ha obligado a la construcción de viviendas unifamiliares, multifamiliares, edificios comerciales, hostales, casas de hospedaje, locales financieros entre otros trabajos de construcción civil, siendo una zona relativamente sísmica. La mayor parte de las construcciones se hacen con el método constructivo de confinamiento; en lo que se aprecia que las edificaciones de tres y más pisos se hacen con muros de albañilería confinada utilizando ladrillos de arcilla de fabricación artesanal.

La ciudad de Jaén cuenta con espacios para la fabricación de ladrillos artesanal e industrial. Se ubican en su mayoría en el sector de Fila Alta de las que, observamos una gran oferta de ladrillos por la demanda del producto por los pobladores de economía baja y media, ya que éste es económicamente barato.

El problema identificado para asumir este trabajo ha sido el desconocimiento real respecto a la funcionalidad de estos ladrillos en muros de albañilería; no se conoce su resistencia a compresión axial en prismas de albañilería ( $f'_m$ ), por lo que identificado el problema, éste se ha formulado de la siguiente manera: ¿Cuál será el comportamiento a compresión axial y el factor de corrección por esbeltez, en prisma de albañilería con ladrillos artesanales de arcilla fabricados en el sector de Fila Alta de la ciudad de Jaén, de la región Cajamarca?

La Tesis busca determinar el comportamiento a compresión axial en prismas de albañilería con ladrillos de fabricación artesanal que se utiliza en la ciudad de Jaén. Las pilas pueden tener diferente altura, dependiendo del número de unidades de albañilería que se use en su construcción; por este motivo se tienen diferentes relaciones de altura – espesor del prisma (esbeltez), además se analiza el tipo de fallas en los diferentes prismas de albañilería con ladrillos artesanales de arcilla.

En este estudio se ha planteado como hipótesis de investigación que el espesor de las juntas y la esbeltez de los prismas de albañilería con ladrillos artesanales de arcilla de la zona, influyen en la compresión axial y factor de corrección.

La Tesis consta de 5 capítulos: El Capítulo I que es la presente Introducción. El Capítulo II denominado Marco Teórico que sustenta la investigación. Según la Norma E 0,70 del Reglamento Nacional de Edificaciones, el factor de corrección de  $f'm$  por esbeltez considera para  $f'm$  ( $E = 5$  donde  $Cce = 1$ ), en cambio la Norma ASTM C1314 y NTP 399.605 (INDECOPI) considera para  $f'm$  ( $E = 2$  donde  $Cce = 1$ ); para la Norma Chilena un  $f'm$  ( $E = 3$  con  $Cce = 1$ ) y según su Tesis de Bonilla para esbeltez estándar igual a 5 donde  $Cce = 1$ , pero recomienda usar  $E = 3$  para materiales peruanos.

El Capítulo III, Materiales y métodos. El procedimiento de investigación se ha planteado en tres etapas que comprende: la primera etapa es el trabajo de campo que consistió en la observación directa de los ladrillos de arcilla artesanal del “Sector Fila Alta - Tercera Etapa”, determinando como muestra representativa el 50% de la población, es decir se seleccionaron 4 ladrilleras de las existentes. La fase inicial de gabinete realizado en el laboratorio de la Universidad Nacional de Cajamarca, sede Jaén, se ha realizado los ensayos como unidad de ladrillo, resistencia a compresión del mortero que se utilizó en los prismas y, la construcción de prismas de albañilería artesanal y luego en la fase final de gabinete se procesó los resultados en las tablas establecidas por el investigador. Se utilizó el método de análisis estadístico descriptivo.

En el Capítulo IV denominado Análisis y discusión de resultados, el trabajo se sustenta en tablas, figuras usadas con el programa Excel e IBM SPSS Statistics 20. Todos los datos procesados con la aplicación de la estadística y para la comprobación de hipótesis estadísticas se utilizaron el programa Minitab 17, basado en una distribución "t student" con un nivel de confianza al 95%. La metodología de la investigación es experimental lo que ha permitido confirmar la hipótesis.

Finalmente el Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones se llega a determinar qué factores influyen a la resistencia a compresión axial en prismas de albañilería artesanal de arcilla ( $f'm$ ), siendo éstas las siguientes: 1) las resistencias como unidad de ladrillo ( $f'b$ ) tienden a variar bastante; 2) cuando la junta es de mayor espesor, es menor la  $f'm$ ; y, 3) la esbeltez tiene su influencia porque mientras mayor es ésta, menor es la  $f'm$ .

## CAPITULO II. MARCO TEORICO

### 2.1 Antecedentes teóricos de la investigación

#### 2.1.1. Internacionales.

1. Establece la Norma ASTM C1314 que el número mínimo de pilas a ensayar para obtener el valor de  $f'm$  es 3. Además, cada prisma debe tener una altura mínima de 2 unidades, con una relación altura-espesor comprendida entre 1.3 y 5.0. Los valores de corrección por esbeltez, están normalizados a una esbeltez de 2. Se expresa en la Tabla 1.

Tabla 1.- Factores de corrección de  $f'm$  por esbeltez - norma ASTM C1314

Esbeltez	1,3	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Factor	0,75	0,86	1,00	1,04	1,07	1,15	1,22

Fuente: Norma ASTM C1314

2. Norma Chilena oficial NCH.2123.OF.97

En el anexo B de NCh.1928 (modificada el 2009): Confección y Ensayo de Prismas de Albañilería, indica:

- El espesor del prisma debe ser igual al espesor de los muros y vigas de la estructura.
- La longitud del prisma debe ser mayor o igual a la longitud de la unidad de albañilería.
- La altura del prisma debe cumplir con las siguientes condiciones:
- Incluir un mínimo de tres hiladas.
- El coeficiente entre la altura y el espesor debe ser mayor o igual a 3.

Esta Norma, se obtendría el modelo de la figura 1 que sigue a continuación:

Dónde:

- Espesor =  $t$  (cm)
- Longitud =  $L$  (cm)
- Altura =  $h$  (cm)
- Esbeltez =  $h/t$

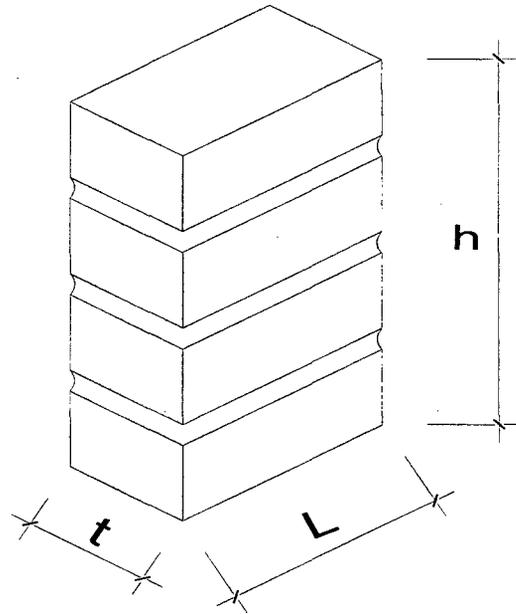


Figura 1. Modelo de Prisma de esbeltez.

La norma chilena establece un coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez igual a 1 ( $C_{ce} = 1$ ) para esbelteces iguales o mayores de 3.

### 2.1.2. Nacionales

1. Quiun, San Bartolomé y Mendoza (2007). En su publicación del proyecto SENCICO-PUP se obtuvieron los resultados del coeficiente de corrección por esbeltez (CC) según se detalla en la Tabla 2:

Tabla 2.- Evaluación del Coeficiente de Corrección por Esbeltez ( $C_{ce}$ ).

UNIDAD	$E = h/t$	$P_m$ (kN)	Dispersión	$f'm$ ( $kg/cm^2$ )	$C_{ce}$
King Kong	1,85	179,98	4,7 %	67,99	0,657
	2,79	145,36	8,0 %	53,01	0,842
	4,59	134,21	13,2 %	46,19	0,966
artesanal	5,00	---	---	44,64	1,000

Fuente: Quiun, et al (2007)

2. Bonilla en su Tesis "Factores de corrección de la resistencia en compresión de prismas de albañilería por efectos de esbeltez" (2006) afirma que las formas de fallas de los prismas son: La falla ideal de las

pilas de albañilería es una grieta vertical que atraviesa a todas las unidades y al mortero, esta falla es producida por la tracción lateral (fig 2). Por el contrario las fallas por trituración son indeseables porque son fallas muy frágiles (fig 3). Este tipo de fallas son producidas por lo general cuando se utiliza unidades huecas.



Figura 2. Falla ideal de la pila de albañilería



Figura 3. Falla por trituración de la pila de albañilería.

3. Concluye Bonilla que los coeficientes de corrección de  $f'm$  por esbeltez ( $C_{ce}$ ) obtenidos usando el método de elementos finitos no reflejan el verdadero comportamiento de los prismas, debido a que fueron modelados con las características de un sólo material, cuando en la realidad están compuestas por 2 tipos de materiales: el mortero y la unidad de albañilería. Reflejar la interacción entre estos materiales es imposible por: 1) La penetración aleatoria del mortero en los alvéolos de las unidades de albañilería, 2) La absorción de los cementantes del mortero en los poros de las unidades de albañilería, que forman cristales en la interfase mortero - unidad de albañilería y producen el engrape mecánico entre estos dos materiales, y 3) El desconocimiento de las propiedades de la capa de mortero (1 cm de grosor), luego de haberse producido la transferencia de agua y de cementantes hacia los ladrillos. Al realizar una comparación de los coeficientes de corrección de  $f'm$  por esbeltez ( $C_{ce}$ ) obtenidos experimentalmente con los coeficientes dados por las normas extranjeras y nacionales mencionadas, el indicado autor

determinó que para esbelteces mayores que 3 y menores que 5, los coeficientes de corrección de  $f'm$  por esbeltez ( $C_{ce}$ ) son numéricamente muy parecidos, obteniendo una diferencia porcentual máxima igual a 2%. Por lo tanto, en opinión de Bonilla Mancilla, se debería exigir que la esbeltez mínima de los prismas de albañilería (pilas) sea igual a 3 como lo exige la norma Chilena. Cabe indicar que para la norma chilena  $C_{ce} = 1$ , sin embargo, de acuerdo a los experimentos hechos por dicho autor para una esbeltez de 3,  $C_{ce} = 0.86$ ; con lo cual en esa norma se estaría obteniendo un error de 14% para la esbeltez citada. Comprobándose experimentalmente que los valores  $C_{ce}$  son muy sensibles para esbelteces menores que 3, se debe de exigir que se utilice una esbeltez estándar igual a 5.

4. Bonilla en su Tesis (2006) recomienda para construir pilas que tengan una esbeltez igual a 3, usando materiales peruanos, se necesitaría asentar 4 ladrillos (aproximadamente 40 cm de altura), las pilas con estas dimensiones son fáciles de construir, transportar y almacenar.

## **2.2 . Base teórica.**

**2.2.1 Según la Norma Técnica Peruana - NTP 399.605. (2013)** trata del método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. Esta Norma establece los procedimientos para la fabricación y ensayo de prismas de albañilería y los cálculos para determinar la resistencia en compresión  $f'm$ , utilizada para determinar el cumplimiento con la resistencia a la compresión especificada para la albañilería  $f'm$ .

Cuando este método de ensayo es usado con propósitos de investigación, los procedimientos de fabricación y ensayo contenidos, servirán como referencia y para proporcionar parámetros de control. A continuación se mencionara los procedimientos de fabricación y ensayo de prismas de albañilería:

**a.- Muestra del Ensayo.-** Consiste en construir, por lo menos tres prismas del mismo material y ensayados a la misma edad.

**b.- Construcción de Prismas de albañilería.-** Se prepara una muestra de prismas para cada combinación de materiales y para cada edad de ensayo para la que se requiere determinar la resistencia en compresión de la albañilería. Cada prisma se construye en una bolsa abierta con humedad adecuada, lo suficientemente grande como para encerrar y sellar el prisma completo. Construidos los prismas sobre una base plana y nivelada, su ubicación donde debe permanecer no debe tener perturbaciones hasta que se transporten para su ensayo.

**c.- Mediciones y Determinación del área neta.**

**c.1. Medición de los prismas.** Como se muestra en la figura 4, medir con aproximación de 1mm, la longitud y el ancho en ambos bordes de las caras superior e inferior de los prismas. Determinar la longitud y el ancho del prisma promediando las cuatro medidas de cada dimensión. Medir la altura del prisma en el centro de cada cara con una aproximación de 1 mm. Luego determinar la altura del prisma promediando las cuatro medidas.

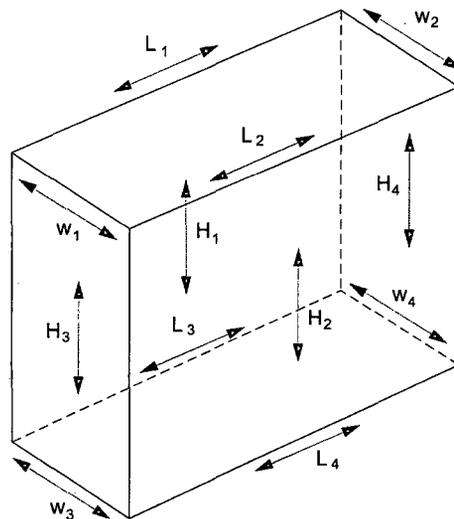


Figura 4. Ubicación de las mediciones en el prisma.

**c.2. Área neta de la sección transversal en prismas contruidos.-** Tomar el área neta de la sección transversal de los prismas totalmente rellenos con concreto, multiplicando la longitud y el ancho del prisma como en la figura 4.

#### **d.- Procedimiento.**

**d.1. Dispositivo de ensayo.** La máquina de ensayo tendrá una precisión de más o menos 1% sobre el rango de carga anticipado. La placa superior será un bloque asentado esférico, de metal endurecido firmemente en el centro de la cabeza superior de la máquina. El centro de la esfera se encuentra en el centro de la superficie del lugar en su asiento esférico, pero es libre de girar en cualquier dirección, y su perímetro deberá estar al menos 6,3mm de la cabeza para dar cabida a especímenes cuyas superficies del cojinete no son paralelas. El diámetro de la parte superior del rodillo será de al menos 150mm. No es obligatorio el empleo de una placa de metal endurecido utilizado debajo de la muestra, pero se ha encontrado que reduce al mínimo el desgaste de la placa inferior de la máquina.

**d.2. Colocación del prisma en la máquina de ensayo.-** Limpiar las caras de carga de los platos de la máquina, las placas de apoyo y el prisma de ensayo. Colocar el prisma de ensayo sobre el plato de carga inferior o placa de apoyo. Alinear ambos ejes centroidales del espécimen con el centro de aplicación de carga de la máquina. Mientras el plato superior esférico o placa se acerca para apoyarse sobre el prisma, se rotará la porción móvil de la platina superior suavemente con las manos, para obtener un apoyo uniforme.

**d.3. La Carga.- Para** prismas contruidos, aplicar una carga inicial al prisma de la mitad de la carga total esperada. Aplicar la carga remanente a una tasa uniforme en no menos que 1 ni más de 2 minutos.

Si el modo de falla no se puede determinar una vez que la carga máxima sea alcanzada, continúe cargando la muestra hasta que el modo de fallo se pueda identificar. Registrar la carga máxima y anotar el modo de falla.

**d.4. Observaciones.-** Describir el modo de falla tan extensamente como sea posible, o ilustrar o ambos, los patrones de grieta y despostillamiento en un esquema o fotográfica. Tenga en cuenta si el hecho se produjo en un lado o

uno de los extremos del prisma antes de la fractura de la parte contraria o al final del prisma. Identificar el modo de falla utilizado. Vea la Fig.5.

**e. Cálculos.**

**e.1. Resistencia del prisma de albañilería.-** Calcular la resistencia de cada prisma de albañilería dividiendo la carga de cada prisma de la compresión máxima soportada entre el área de sección transversal de ese prisma, y expresar el resultado con una precisión de 10 psi (69KPa).

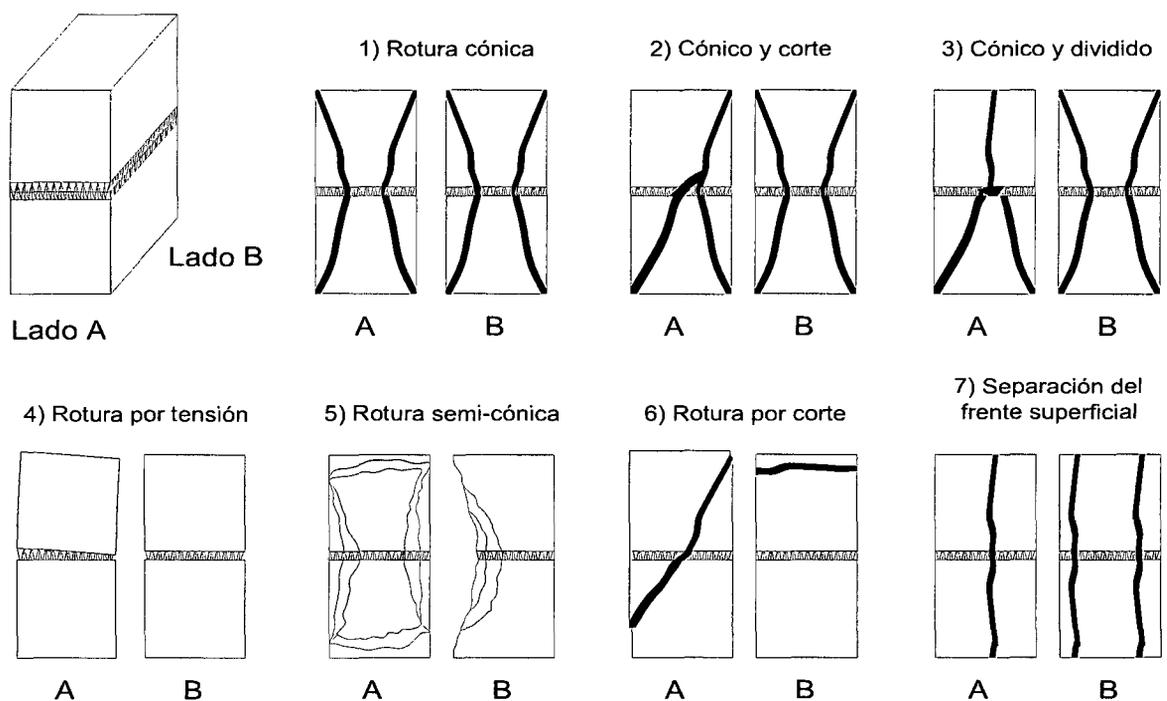


Figura 5. Esquema de modo de fallas

**e.2. Resistencia a la compresión de albañilería.-** Calcular para cada prisma la relación  $h_p/t_p$  entre la altura ( $h_p$ ) y la menor dimensión lateral ( $t_p$ ) de ese prisma. Se determinará el factor de corrección de la Tabla 3. Para valores de  $h_p/t_p$  intermedios, el factor de corrección se calculará mediante interpolación lineal de los valores de la tabla 3. Determinar el factor de corrección correspondiente por interpolación lineal entre los valores dados.

Tabla 3. Factores de corrección altura/espesor para la resistencia en compresión de prisma de albañilería.

Hp/tp <sup>A</sup>	1,3	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Factor de corrección	0,75	0,86	1,0	1,04	1,07	1,15	1,22

Fuente: NTP 399.605. (2013)

<sup>A</sup> hp/tp Relación de la altura del prisma y las medidas menores laterales del prisma.

Multiplicar la resistencia del prisma de albañilería por el factor de corrección del prisma correspondiente.

### 2.2.2. Según Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE E070. (2014).

Orientamos la Investigación según el **Capítulo 3, Componentes de la albañilería**. Aceptación de la unidad de albañilería o ladrillo:

- a) Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, ó 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión en el resultado, se rechazará el lote.
- b) La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor de 22%. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.
- c) El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP.
- d) La unidad de albañilería o ladrillo no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.

- e) La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.
- f) No tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.
- g) No tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

Asimismo, para esta Investigación el autor de la presente Tesis, tiene en cuenta el **Capítulo 4, Procedimiento de construcción de la RNE E070. (2014)**. Para ello es necesario presentar las Especificaciones Generales siguientes:

La mano de obra empleada en las construcciones de albañilería será calificada, debiéndose supervisar el cumplimiento de las siguientes exigencias básicas:

- Los muros se construirán a plomo y en línea. No se atentarán contra la integridad del muro recién asentado.
- En la albañilería con unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales y verticales quedarán completamente llenas de mortero. El espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será 15 mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4 mm, lo que sea mayor. En las juntas que contengan refuerzo horizontal, el espesor mínimo de la junta será 6 mm más el diámetro de la barra.
- Las unidades de albañilería se asentarán con las superficies limpias de polvo y sin agua libre. El asentado se realizará presionando verticalmente las unidades, sin bambolearlas. El tratamiento de las unidades de albañilería previo al asentado será el siguiente:

- Para arcilla: de acuerdo a las condiciones climatológicas donde se encuentra ubicadas la obra, regarlas durante media hora, entre 10 y 15 horas antes de asentarlas. Se recomienda que la succión al instante de asentarlas esté comprendida entre 10 a 20 gr/200 cm<sup>2</sup>-min

Del **Capítulo 5 Resistencia de Prismas de Albañilería**, es importante que:

- Los prismas serán elaborados en obra, utilizando el mismo contenido de humedad de las unidades de albañilería, la misma consistencia del mortero, el mismo espesor de juntas y la misma calidad de la mano de obra que se empleará en la construcción definitiva.
- Los prismas tendrán un refrentado de cemento-yeso con un espesor que permita corregir la irregularidad superficial de la albañilería.
- La resistencia característica  $f'm$  en pilas y  $v'm$  en muretes se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar.
- En el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 4, correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla), para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos.

Tabla 4. (\*\*) Resistencias. Características de la albañilería MPA (kg/cm<sup>2</sup>) - RNE

Materia	Denominación	UNIDAD	PILAS	MURETES
Prima		$f'b$	$f'm$	$v'm$
	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
Arcilla	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)

Fuente: RNE E.070 (2014)

(\*\*) El valor  $f'b$  se proporciona sobre área bruta en unidades vacías (sin grout), mientras que las celdas de las pilas y muretes están totalmente rellenas con grout de  $f'c = 13,72$  MPa (140 kg/cm<sup>2</sup>).

El valor  $f'm$  ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 5 siguiente.

Tabla 5.- Factores de corrección de  $f'm$  por esbeltez – RNE E 0,70

Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: RNE E.070. (2014)

### 2.3 Definición de términos.

- Absorción.- Es la medida de transferencia del agua desde un medio externo a una unidad de albañilería (ladrillo). Una absorción elevada (más de 22%) indica que el ladrillo es poroso y de baja resistencia a la acción de la intemperie.
- Alabeo.- El efecto del alabeo es semejante al de la variación dimensional, es decir produce el aumento o disminución en el espesor de las juntas de mortero, que influye en la resistencia a compresión y a fuerza cortante de la albañilería.
- Esbeltez.- Es la relación entre la altura ( $h_p$ ) y espesor o menor dimensión ( $t_p$ ).
- Factor de corrección.- Se calculará mediante interpolación lineal entre los valores obtenidos.
- Mortero.- El mortero está constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino, a los cuales se añade la máxima cantidad de agua para que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin que se produzca segregación del agregado, cumple la función de adherir y corregir las imperfecciones de las unidades de albañilería en el proceso constructivo, para que al final se forme un conjunto durable denominado albañilería.

- Resistencia a compresión Axial.- Se obtiene restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra. La resistencia de cada espécimen se calcula dividiendo la carga máxima soportada entre el área bruta de la superficie de asiento.
- Succión.- Es la medida de la rapidez con la que el ladrillo absorbe agua del mortero y es la característica fundamental para definir la adherencia mortero-unidad en la albañilería. Esta propiedad define tanto la resistencia a tracción como la resistencia a fuerza cortante de la albañilería.
- Hilada.- Termino que se utiliza en la construcción que significa asentar ladrillos encima sobre otro ladrillo con mortero.
- Refrentado de cemento - yeso.- Permite corregir la irregularidad superficial de la cara superior e inferior del prisma de albañilería con el fin de obtener la mejor coincidencia posible con las piezas de apoyo y carga de la prensa de ensayo y una distribución uniforme de tensiones durante la aplicación de la carga.



Ladrillera B:

Datum: WGS 84                      Huso: 17  
Este = 745368.79m                  Norte = 9365493.0m,

Ladrillera C:

Datum: WGS 84                      Huso: 17  
Este = 745406.20m                  Norte = 9365210.60m,

Ladrillera N° 04:

Datum: WGS 84                      Huso: 17  
Este = 745380.76m                  Norte = 9364925.82m,

### **3.2. Tiempo de duración de la investigación.**

La investigación se realizó desde el mes de agosto a noviembre de 2014.

### **3.3. Materiales y equipos.**

Regla, baldes, plancha, badilejo, estribos, nivel de carpintero, palana, balanza, horno, molde para mortero, cámara fotográfica y equipo mecánico para la compresión.

### **3.4. Proceso Metodológico**

#### **3.4.1. Procedimiento de investigación**

En este procedimiento se tienen 3 etapas como son: Trabajo de campo, fase inicial de gabinete (laboratorio), fase final de gabinete.

##### **3.4.1.1. Trabajo de campo**

Se realizó una observación directa en el sector Fila Alta de la tercera Etapa, lugar donde existen 8 ladrilleras activas, el tipo de muestra tomada es por conveniencia no probabilista debido que no contamos con la facilidad de acceso a las ladrilleras, debido a la ubicación que en la recolección de muestra es de 4 ladrilleras artesanales que fueron escogidas al azar. Desde este momento las ladrilleras a estudiar serán llamadas por orden alfabético

como son: Ladrillera La Estrellita será llamada ladrillera A, Ladrillera Bautista será llamada ladrillera B, ladrillera Los Santos será llamada ladrillera C, ladrillera San Juan de Dios será llamada ladrillera D.

- La muestra se determinó 170 ladrillos de cada ladrillera al azar, la cantidad de ladrillo es no probabilístico, siendo un total de 680 ladrillos artesanales, el cálculo total de ladrillo fue calculado de la siguiente manera por la cantidad de ladrillos que se necesitan para construir los prismas de albañilería como es:

2 hiladas = 5(muestras) x 2(hiladas) x 3(diferentes juntas) = 30 ladrillos.

3 hiladas = 5(muestras) x 3(hiladas) x 3(diferentes juntas) = 45 ladrillos.

4 hiladas = 5(muestras) x 4(hiladas) x 3(diferentes juntas) = 60 ladrillos.

Suman un total 135 ladrillos por ladrillera multiplicando por un factor de pérdidas por rajaduras en el transporte =  $135 \times 1.15 = 155$  ladrillos y para el cálculo de los ensayos como unidad de ladrillo se calculó por la cantidad de ladrillos a utilizarse que son 13 unidades multiplicado por un factor de pérdidas por rajaduras en el transporte =  $13 \times 1.15 = 15$  unidades, en total suman 170 ladrillos por ladrillera.

En los ensayos se manejó de la siguiente forma para obtener su variabilidad dimensional: se utilizó 10 unidades, que se desdobra en 2 sub grupos de 5 unidades; primer grupo se realizó el ensayo al alabeo, succión y absorción, segundo grupo de 8 unidades para el ensayo a compresión axial. Por lo tanto en total se utilizó  $135 + 13 = 148$  ladrillos por ladrillera útiles.



Figura 7. Escogiendo 170 ladrillos al azar

### 3.4.1.2. Fase inicial de gabinete

Esta Etapa se agrupa en tres fases de estudios, el primero consiste en determinar las características físicas y mecánicas más importantes; segundo determinar el ensayo a compresión del Mortero y el tercero estudio, es la construcción de prismas de albañilería de arcilla artesanal.

#### **Primera fase: Estudios de la unidad de ladrillo artesanal.**

Se realizó los ensayos de algunas características físicas y mecánicas del ladrillo como unidad, como: variabilidad dimensional, alabeo, succión, absorción, compresión simple, que se utilizará tablas para el cálculo. Los instrumentos que se utilizaron son regla, horno, equipo mecánico para la compresión (ELE) y una cámara fotográfica. Se tomaron 13 ladrillos de cada ladrillera, siendo un total de 52 ladrillos artesanales, para obtener:

#### **a) Variabilidad de dimensiones del ladrillo de arcilla artesanales.**

Es importante analizar la variación dimensional del ladrillo, porque esta característica de las unidades de albañilería define la altura de las hiladas que se refleja en el mayor o menor espesor de la junta de mortero.

La variación dimensional se determinó midiendo las aristas como se muestra en la Figura 8, de las 10 unidades de ladrillo. Para determinar la dimensión de cada arista del espécimen se realizaron 4 medidas en las aristas de la superficie correspondiente y se tomó el valor promedio de estas medidas.

La variación dimensional se determinó con la expresión:

$$VD = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100 \quad (1)$$

Dónde:

VD = Variabilidad dimensional del ladrillo (%)

$\sigma$  = Desviación estándar del ladrillo (mm)

$\bar{X}$  = Promedio de las 4 medidas por lado (mm)



Figura 8. Medición del ladrillo como unidad

### b) Alabeo

El efecto del alabeo es semejante al de la variación dimensional, es decir produce el aumento o disminución en el espesor de las juntas de mortero, que influye en la resistencia a compresión y a fuerza cortante de la albañilería.

El alabeo se midió con regla metálica graduada al milímetro, introduciéndola en el punto de mayor concavidad o convexidad correspondiente a la superficie de asentado del espécimen.

### c) Succión

La succión es la medida de la rapidez con la que el ladrillo absorbe agua del mortero y es la característica fundamental para definir la adherencia mortero-unidad en la albañilería. Esta propiedad define tanto la resistencia a tracción como la resistencia a fuerza cortante de la albañilería.

La succión se halla mediante la expresión:

$$S = \frac{200 \times (P_{suc} - P_{seco})}{L \times B} \quad (2)$$

Dónde:

$P_{seco}$  = Peso seco de la unidad de albañilería (gr).

$P_{suc}$  = Peso después del ensayo (gr).

$A$  = Área de contacto de la unidad con el agua (cm<sup>2</sup>).

El proceso que se sigue en este ensayo se ilustra en la figura 9.



Figura 9. Ladrillo sumergido por un minuto con un nivel constante.

#### d) Absorción

La absorción de cada espécimen se mide como la relación que existe entre el peso del agua absorbida por la unidad de albañilería después de haberla sumergido durante 24 horas en una poza de agua y su peso en estado seco multiplicada por 100, como se ilustra en la figura 10.

La absorción se halla mediante la expresión:

$$A = \frac{100x(\text{Peso sat} - \text{Peso seco})}{\text{Peso seco}} \quad (3)$$

Dónde:

A = Absorción (%)

Peso sat = Peso de la unidad de albañilería saturada luego de 24 horas de inmersión en agua (gr).

Peso seco = Peso seco de la unidad (gr).



Figura 10. Ladrillos sumergidos por 24 horas.

**e) Resistencia a compresión de las unidades de albañilería ( $f'_b$ )**

La resistencia a compresión es la principal propiedad de las unidades de albañilería.

La resistencia, característica a la compresión  $f'_b$  se halla con las siguientes fórmulas:

$$f_b = \frac{P}{A} \quad (4)$$

$$f'_b = f_{b \text{ promedio}} - \sigma \quad (5)$$

Dónde:

$f_b$  = Resistencia a compresión del espécimen (Kg/cm<sup>2</sup>).

$P$  = Carga de rotura (Kg).

$A$  = Promedio de las áreas brutas superior e inferior (cm<sup>2</sup>).

$\sigma$  = Desviación estándar de las cinco muestras de  $f_b$ .

$f'_b$  = Resistencia característica a compresión axial de la unidad (Kg/cm<sup>2</sup>). Ver figura 11.



Figura 11. Ensayo a compresión de unidad de ladrillo

## **Segunda fase: Estudio del mortero.**

Se realizó el ensayo a compresión del Mortero con dosificación 1:4, se realizó seis muestras del mortero que se utilizó en los prismas de albañilería, que se sometió a compresión simple utilizando el equipo a compresión.

### **a) Resistencia a compresión de los cubos de mortero ( $f'$ mortero)**

El mortero está constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino, a los cuales se añade la máxima cantidad de agua para que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin que se produzca segregación del agregado. El mortero cumple la función de adherir y corregir las imperfecciones de las unidades de albañilería en el proceso constructivo, para que al final se forme un conjunto durable denominado albañilería.

Se utilizó mortero en proporción 1: 0: 4 (cemento: cal: arena); el cemento utilizado fue Cemento Extraforte Ico (Cemento Pacasmayo) y la arena fue gruesa zarandeada. Estas características del mortero se mantuvieron en las cinco secciones realizadas para este trabajo de investigación.

Se tomaron 5 probetas cúbicas de mortero de 5 cm de arista, por cada jornada de construcción de las pilas.

### **Pasos seguidos en la fabricación de los cubos de mortero.**

A continuación se muestra los pasos que se siguieron en la fabricación de los cubos de mortero, hasta antes de ser ensayadas.

Paso 1. Se toma una muestra del mortero que es usado en la construcción de los prismas de albañilería.

Paso 2. Después de limpiar y engrasar las celdas del molde metálico, se vierte el mortero hasta que llegue a cubrir aproximadamente las 2/3 de altura de cada una de las 5 celdas. Con la ayuda de un pisón se procede a dar

golpes perpendiculares al molde en cada celda, dando 32 golpes, en 2 series de 16.

Paso 3. Después de unos minutos se enrasa la superficie para darle la forma de cubos al mortero. En el molde se dejan las probetas por 24 horas, para después desmoldarlas y sumergirlas en una poza de agua hasta la fecha de ensayo.

Paso 4. Luego de 28 días, las probetas de mortero se miden y son ensayadas (figura 12).



Figura 12. Cubo de mortero sometido a compresión axial

Para hallar la resistencia a compresión del mortero se usa las siguientes fórmulas:

$$f_{\text{mortero}} = \frac{P}{\text{Area}} \quad (6)$$

$$f'_{\text{mortero}} = f_{\text{mortero promedio}} - \sigma \quad (7)$$

Dónde:

$f'_{\text{mortero}}$  = Resistencia a compresión del mortero (Kg/cm<sup>2</sup>).

$f_{\text{mortero promedio}}$  = Promedio de la resistencia a compresión del mortero de la muestra (Kg /cm<sup>2</sup>).

$\sigma$  = Desviación estándar de la muestra (Kg /cm<sup>2</sup>).

### **Tercera fase: Construcción de prismas de albañilería de arcilla artesanal.**

Se construyeron prismas de albañilería para 2, 3 y 4 hiladas para series de 1cm, 1,5cm y 2cm de junta, para las 4 ladrilleras, que comprenderán hacer sus ensayos como: variabilidad dimensional en prismas de albañilería, Compresión axial en prismas. Los instrumentos utilizados son: regla, nivel de carpintero, plancha y equipo mecánico de ensayo a la compresión.

Por ladrillera se construyeron 45 pilas que incluyen 15 pilas para cada serie de 1cm, 1,5cm y 2cm. Siendo el estudio de 4 ladrilleras, se construyeron un total de 180 pilas con diferentes espesores de juntas.

Esta fase del trabajo se realizó en 5 días siguiéndose los siguientes pasos:

Paso 1.- Antes de la construcción de los prismas de albañilería se procedió a regar los ladrillos de arcilla.

Paso 2.- Las unidades de ladrillos artesanales de arcilla se asentaron una sobre otra con las superficies limpias de polvo. El asentado se realizó presionando verticalmente las unidades con un espaciamiento en juntas de 1cm, 1,5cm, 2cm, según cada serie. Se controló este grosor con una regla de madera (plantilla), a la que previamente se le hacen unas marcas que indican la altura de cada una de las hiladas a colocar.



Figura 13. Asentando verticalmente con nivel de carpintero.

## Preparación para el ensayo

Las pilas de albañilería antes de ser ensayadas fueron medidas. Se midió la altura, ancho y el largo de las pilas, en razón que sus medidas varían bastante.

Para determinar la altura, ancho y largo se promediaron cuatro medidas provenientes de medir en cada cara lateral del prisma. Para eliminar las irregularidades de las superficies en contacto con los cabezales del equipo de ensayo, se ha refrentado en las caras superior e inferior (figura 14), compuesto por una mezcla de yeso y cemento muy rica en cemento. Por motivo que el tiempo de fraguado de la mezcla es muy corto, este enrasado se realizó 5 días antes del ensayo.



Figura 14. Refrentado con cemento - yeso

Para instalar cada prisma en la máquina de ensayo, se limpiaron los platos de carga superior e inferior para eliminar posibles residuos de otros ensayos, para luego colocar el prisma encima del plato inferior, luego, se alineó los ejes centroidales del espécimen con el centro de la máquina de ensayo (figura 15)

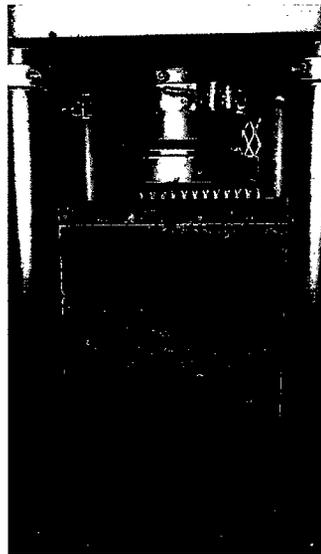


Figura 15. Pila instalada para ensayo a compresión axial

### Calculo de la Resistencia en prismas.

Para hallar la resistencia a compresión del prisma se usan las siguientes fórmulas:

$$f_m = \frac{P}{\text{Area}} \quad (8)$$

$$f'_m = f_{m \text{ promedio}} - \sigma \quad (9)$$

Dónde:

$f'_m$  = Resistencia a compresión del prisma (Kg/cm<sup>2</sup>).

$f_{m \text{ promedio}}$  = Promedio de la resistencia a compresión del prisma (Kg /cm<sup>2</sup>).

$\sigma$  = Desviación estándar de la muestra (Kg /cm<sup>2</sup>).

### Cálculo del coeficiente por esbeltez.

El coeficiente de corrección de  $f'_m$  por esbeltez ( $C_{ce}$ ) para cada serie construida de igual esbeltez (2 hiladas, 3 hiladas, 4 hiladas) y juntas de 1cm, 1,5cm y 2cm, es:

$$C_{ce} = \frac{f'_m(E = 3)}{f'_m} \quad (10)$$

Dónde:

$C_{ce}$  = Coeficiente de corrección por esbeltez

$f'_m (E=3)$  = Resistencia para una esbeltez de 3.

$f'_m$  = Resistencia para cada esbeltez diferente de 3.

### **3.4.1.3. Fase final de gabinete.**

Con los resultados del estudio como unidad de ladrillo artesanal en sus ensayos a variabilidad dimensional, alabeo, succión, absorción, compresión simple se ha procedido a determinar los valores promedios de los mismos, teniendo en cuenta un tratamiento estadístico previo con el cálculo del coeficiente de variación que nos indica la dispersión relativa de los datos obtenidos. Estos resultados sirvieron para clasificar el ladrillo estudiado de acuerdo a la norma E-070 del RNE y se determina recomendaciones en la construcción de albañilería.

Los resultados del estudio a compresión axial del mortero ( $f'_{\text{mortero}}$ ) se ha procedido determinar el valor promedio, teniendo en cuenta un tratamiento estadístico previo de los datos obtenidos.

En los resultados de la resistencia a compresión axial en prismas de albañilería artesanal de arcilla ( $f'_m$ ) se determina el cálculo de los coeficiente de corrección por esbeltez para las juntas de 1cm, 1,5cm y 2cm y su ecuación experimental para fines de proyectar valores de  $f'_m$  para más esbeltez. Además estos resultados obtenidos sirvieron para comparar con normas internacionales y nacionales.

### **3.5. Tratamiento y análisis de datos.**

Para la presente investigación se utilizó un diseño experimental, es por eso que se utilizó la estadística descriptiva y sus resultados del estudio a la resistencia a compresión axial en prismas de albañilería artesanales de arcilla se presentan en tablas que pueden ser en porcentajes, en unidades de  $\text{kg}/\text{cm}^2$  y gráficas, del mismo modo se realizó para los ensayos del ladrillo como unidad y mortero.

## CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Resultados como unidad de ladrillo artesanal.

#### 4.1.1. Ensayo de variación dimensional.

El cálculo se realizó con las tablas 26 – 29 incorporados en el Anexo A. Sigue a continuación los resultados de los promedios de las cuatro aristas de cada medida y promedio de las muestras de estudio, de las cuatro ladrilleras expresadas en la tabla 6.

Tabla 6. Resumen de Variación Dimensional como unidad de ladrillo artesanal fabricado en Fila Alta.

Ladrillera	Dimensiones					
	L (mm)	CV. L (%)	A (mm)	CV. A (%)	H (mm)	CV. H (%)
Ladrillera A	224,18	1,13	132,53	1,12	72,54	1,65
Ladrillera B	223,26	0,72	129,43	0,96	71,05	3,12
Ladrillera C	229,74	2,63	135,02	0,86	72,09	1,53
Ladrillera D	228,75	0,78	135,49	0,78	71,74	2,89
Promedio	226,48		133,12		71,85	
Coficiente de variación (%)	1,43		2,09		0,88	

En la tabla 6, muestra el promedio de longitud, ancho y altura del ladrillo para cada ladrillera, además tenemos el promedio de representatividad de la muestra de estudio con una Longitud promedio de 226,48 mm, ancho promedio 133,12 mm, altura promedio 71,85.

#### 4.1.2. Cálculo del espesor de la Junta horizontal por variación dimensional.

El ensayo de variación dimensional determina el espesor de las juntas de la albañilería. La tabla 7 es un resumen de las tablas 26 – 29 del Anexo A.

Tabla 7. Cálculo del espesor de la junta horizontal según la Norma E 0.70.

Ladrillera	Desviación Estándar	Junta calculada
	(mm)	4mm+2σ (mm)
Ladrillera A	1,20	6,40
Ladrillera B	2,22	8,44
Ladrillera C	1,10	6,20
Ladrillera D	2,07	8,14

Según la Tabla 7 las desviaciones estándares de las alturas de los ladrillos para cada ladrillera, que no cumple el espesor mínimo de junta 10 mm, por consiguiente para evitar el reducimiento de resistencia, solo basta cumplir el mínimo requerimiento de 10 mm o 15 mm hasta 20 mm según Norma E 0.70.

#### 4.1.3. Ensayo de Alabeo.

En la Tabla 8 es el resumen de la Tabla 30, del Anexo A, con los resultados de alabeo de la unidad de arcilla artesanal de las 4 ladrilleras estudiadas.

Tabla 8. Resumen del ensayo de alabeo del ladrillo

Ladrillera	Alabeo (mm)	
	Cóncavo	convexo
Ladrillera A	3,33	1,35
Ladrillera B	1,62	1,33
Ladrillera C	1,85	1,41
Ladrillera D	1,3	2,14
Mínimo	1,30	1,33
Máximo	3,33	2,14

En la tabla 8, se observa el promedio de cada ladrillera y se determinó los valores máximos y mínimos que presentan el alabeo por convexo o cóncavo.

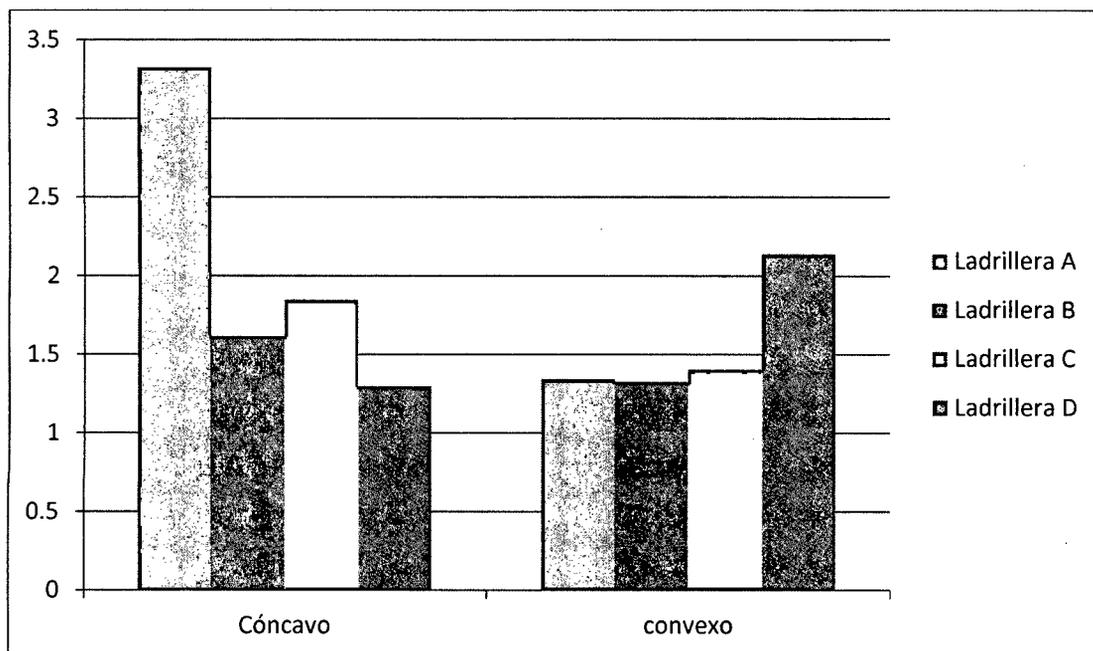


Figura 16. Alabeos de máximos y mínimos de cada ladrillera

En la Figura 16, se observa el alabeo cóncavo máximo es de la ladrillera A con 3,33 mm y máximo alabeo convexo es la ladrillera D con 2,14 mm, el valor mínimo del alabeo convexo es la ladrillera D con 1,30 mm y mínimo valor es la ladrillera B con 1,33 mm.

#### 4.1.4. Ensayo de Succión.

La Tabla 9 es el resumen de la Tabla 31 del Anexo A. Según la Norma E 0,70 del RNE, recomienda que la succión al instante de asentarse sea menor a 20 gramos por minuto en un área de 200 cm<sup>2</sup>; debido a esta recomendación es indispensable en el proceso constructivo, que las unidades de arcilla sean regadas durante 30 minutos, entre 10 y 15 horas antes del asentado.

Tabla 9.- Resumen del ensayo de succión del ladrillo.

Ladrillera	Succión	Clasificación de Norma
	(gr/200 cm <sup>2</sup> /min)	10-20 gr/200cm <sup>2</sup> /min
Ladrillera A	86,71	No califica
Ladrillera B	65,95	No Califica
Ladrillera C	49,92	No califica
Ladrillera D	66,15	No califica

Se deduce de la Tabla 9, que la ladrillera A es la que más agua absorbe en un minuto siendo  $S= 86,71$  gr/200cm<sup>2</sup>/min, y la Ladrillera C es la menor que absorbe agua siendo  $S=49,92$  gr/200cm<sup>2</sup>/min.

#### 4.1.5. Ensayo de Absorción.

Los datos de la Tabla 10, es el promedio de la Tabla 32 del Anexo A. Estos datos obtenidos por cada ladrillera y es comparado con el RNE E 0,70 con la aplicación de la hipótesis estadística como se muestra en el Anexo B.

Tabla 10.- Resumen del ensayo de absorción del ladrillo.

Ladrillera	Absorción	Desviación Estándar	Coefficiente de variación	Clasificación de Norma
	%	%	%	≤ 22%
Ladrillera A	21,01%	1,09%	5,21%	Califica
Ladrillera B	20,04%	0,44%	2,19%	Califica
Ladrillera C	13,29%	0,70%	5,23%	Califica
Ladrillera D	15,04%	0,60%	3,96%	Califica

En la Tabla 10, nos indica el porcentaje de absorción de los ladrillos artesanales de cada ladrillera, a través de la aplicación de hipótesis estadística cuyos resultados e interpretación está en el Anexo B. La ladrillera A, B, C y D si califican, según el RNE E 0,70, la ladrillera C indica una absorción baja de 13,29% siendo menos porosa que las demás y la ladrillera

A indica una alta absorción de 21,01% siendo más porosa que las demás ladrilleras.

#### 4.1.6. Ensayo a compresión como unidad de ladrillo.

Este ensayo se utilizó las ecuaciones 4 y 5, en la tabla 11 se determina la resistencia a compresión para cada ladrillera con 8 muestras para cada ladrillera, luego es resumido en una tabla 12 para clasificarlo con el RNE E 0,70, determinaremos si esos datos son confiables.

Tabla 11.- Resistencia a compresión de la unidad f 'b

Ladrillera A	Largo (mm)	Ancho (mm)	Carga Max	Área Bruta	f b
Espécimen	L	A	kN	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
UL-A6	220,25	130,38	197,95	287,15	70,29
UL-A7	221,25	130,88	180,15	289,56	63,44
UL-A8	226,50	132,38	117,88	299,83	40,09
UL-A9	223,50	131,38	126,78	293,62	44,03
UL-A10	226,88	133,43	129,00	302,71	43,46
UL-A11	224,30	132,00	135,67	296,08	46,73
UL-A12	222,70	131,68	104,53	293,25	36,35
UL-A13	225,50	133,05	142,34	300,03	48,38
f b promedio					49,10
Desviación estándar $\sigma$					11,73
f'b promedio - $\sigma$					37,37

Ladrillera B	Largo (mm)	Ancho (mm)	Carga Max	Área Bruta	fb
UL-B6	223,88	131,13	224,64	293,56	78,03
UL-B7	224,63	128,63	202,40	288,92	71,43
UL-B8	224,63	128,50	189,05	288,64	66,79
UL-B9	226,00	131,88	244,65	298,04	83,71
UL-B10	222,63	128,25	182,38	285,52	65,14
UL-B11	224,50	129,30	158,36	290,28	55,63
UL-B12	225,15	130,35	186,83	293,48	64,91
UL-B13	223,90	128,95	166,81	288,72	58,92
f b promedio					68,07
Desviación estándar $\sigma$					9,36
f'b promedio - $\sigma$					58,70

Ladrillera C	Largo (mm)	Ancho (mm)	Carga Max	Área Bruta	fb
UL-C6	230,50	137,25	195,72	316,36	63,09
UL-C7	229,18	133,75	243,77	306,52	81,09
UL-C8	222,78	135,70	251,33	302,31	84,78
UL-C9	230,25	135,18	204,62	311,24	67,04

Ladrillera C	Largo (mm)	Ancho (mm)	Carga Max	Área Bruta	<i>f</i> b
UL-C10	229,43	135,75	178,82	311,44	58,55
UL-C11	228,28	136,50	220,19	311,60	72,06
UL-C12	225,76	135,42	137,90	305,72	45,99
UL-C13	229,16	134,10	213,52	307,30	70,85
f b promedio					67,93
Desviación estándar $\sigma$					12,40
f'b promedio - $\sigma$					55,53

Ladrillera D	Largo (mm)	Ancho (mm)	Carga Max	Área Bruta	<i>f</i> b
UL-D6	229,63	137,25	217,97	315,16	70,52
UL-D7	231,63	133,75	211,29	309,80	69,55
UL-D8	227,88	135,70	223,75	309,23	73,78
UL-D9	227,38	135,18	260,22	307,35	86,34
UL-D10	227,25	135,75	235,76	308,49	77,93
UL-D11	228,71	134,60	164,59	307,84	54,52
UL-D12	228,30	135,15	278,02	308,55	91,88
UL-D13	227,68	136,00	141,01	309,64	46,44
f b promedio					71,37
Desviación estándar $\sigma$					15,13
f'b promedio - $\sigma$					56,24

En la Tabla 12, nos muestra el resumen a la resistencia a compresión de la unidad en kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 12.- Resumen del ensayo a compresión como unidad de ladrillo.

Ladrillera	<i>f</i> 'b Kg/cm <sup>2</sup>	Clasificación de Norma E 0.70		
		<i>f</i> 'b ≥ 55 Kg/cm <sup>2</sup>	Max. Coeficiente de variación < 40%	Calificación de Resultado
Ladrillera A	37,37	No califica	23,88	poco confiable
Ladrillera B	58,70	Califica	13,76	Aceptable
Ladrillera C	55,53	Califica	18,25	Aceptable
Ladrillera D	56,24	Califica	21,20	Aceptable

De la Tabla 12, se muestra que la ladrillera A no califica según la Norma E 0,70 – RNE, pero del Anexo B (del apartado b) la interpretación de la hipótesis estadística planteada existe una probabilidad al 9,9% que la *f*'b sea mayor o igual a 55kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto este resultado es poco confiable. Para la Norma E 0,70 si califican las ladrilleras B, C y D, pero el análisis de la

hipótesis estadística planteada del Anexo B (del apartado b) existe una probabilidad al 99,7 %, 98,9% y 99,1% respectivamente, indicando que la  $f^b$  es mayor o igual a  $55\text{kg/cm}^2$  resultando datos aceptables.

#### 4.2. Resultados del mortero.

En este ensayo se utilizó las ecuaciones 6 y 7, en la Tabla 13, se determinó la resistencia a compresión del mortero con dosificación en volumen 1: 0: 4 (cemento: cal: arena) para clasificarlo con el RNE E 0,70, además se aplicó hipótesis estadística que se presenta en el Anexo B (apartado c) en la tabla 39.

Tabla 13.- Resumen del ensayo a compresión de mortero  $f^m$  mortero 28 días.

Espécimen	Largo	Ancho	Área	Pmáx.	$f^c$ 28 días
Nº	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kN)	(kg/cm <sup>2</sup> )
P6	4,60	4,80	22,08	32,47	149,97
P7	4,70	5,00	23,50	48,93	212,32
P8	5,00	5,10	25,50	48,04	192,11
P9	4,80	5,00	24,00	49,82	211,68
P10	4,90	5,10	24,99	51,60	210,55
P11	4,90	5,10	24,99	49,82	203,29
f <sup>c</sup> promedio					196,65
$\sigma$ (desviación estándar)					24,12
Coeficiente de Variación (%)					12,27
$f^m$ mortero prom - $\sigma$					172,53
$f^m$ mortero según RNE E0,70					140,00
Variación de $f^m$ respecto a RNE (%)					23,24

Según la Tabla 13, muestra que la resistencia del mortero utilizado en los prismas de albañilería lo cual representa un 23,24% mayor a  $140\text{kg/cm}^2$ , como la resistencia a compresión mínima según RNE E 0,70. Según análisis de la hipótesis estadístico del Anexo B (del apartado c) existe una probabilidad al 99,9% que la  $f^m$  mortero sea mayor o igual a  $140\text{kg/cm}^2$ , por lo tanto este resultado a la  $f^m$  mortero es precisa.

### 4.3. Resultados de los prismas de albañilería con ladrillo artesanal de arcilla.

#### 4.3.1. Variación dimensional en prismas de albañilería.

Para la realización de esta característica en prismas de albañilería para este caso se aplicó la ecuación 1. La tabla 14 es el resumen de la aplicación de las Tablas 40 – 51 que aparecen en el Anexo C.

Tabla 14.- Resumen de la variabilidad dimensional en prismas de albañilería.

Ladrillera	Hilada	Junta			Dimensiones promedio				
		cm	L (mm)	CV. L (%)	A (mm)	CV. A (%)	H (mm)	CV. H (%)	
Ladrillera A	2 Hiladas	1,0	226,00	0,41	132,30	0,34	152,43	1,56	
		1,5	223,50	0,32	133,08	0,67	158,80	0,38	
		2,0	224,25	0,16	132,25	0,50	166,03	0,97	
	3 Hiladas	1,0	224,95	0,20	132,68	0,16	238,08	0,78	
		1,5	226,20	0,36	133,30	0,49	246,70	0,41	
		2,0	224,80	0,57	131,48	0,37	254,03	0,68	
	4 Hiladas	1,0	225,15	1,34	132,61	1,15	321,65	0,58	
		1,5	224,40	0,53	133,33	1,04	333,65	0,34	
		2,0	224,60	0,37	132,13	0,47	342,08	0,28	
	Ladrillera B	2 Hiladas	1,0	224,90	0,34	131,00	0,13	149,38	0,79
			1,5	223,33	0,09	132,90	0,57	153,50	1,31
			2,0	222,00	0,28	131,08	0,28	162,45	1,14
3 Hiladas		1,0	223,40	0,37	129,55	0,57	231,25	0,46	
		1,5	222,15	0,30	129,75	0,61	234,05	0,27	
		2,0	224,68	0,42	130,40	0,35	250,55	0,26	
4 Hiladas		1,0	221,03	0,57	128,73	0,43	311,93	0,62	
		1,5	222,80	0,70	129,68	0,43	322,63	0,42	
		2,0	222,95	0,18	131,08	0,49	338,45	0,77	
Ladrillera C		2 Hiladas	1,0	229,50	0,41	135,85	0,28	153,65	1,26
			1,5	231,80	0,71	136,80	0,37	156,00	0,74
			2,0	230,40	0,40	135,40	0,55	160,35	0,78
	3 Hiladas	1,0	233,53	0,42	136,05	0,24	252,20	0,28	
		1,5	230,88	0,18	134,55	0,24	245,75	0,40	
		2,0	231,20	0,34	134,55	0,61	234,15	0,36	
	4 Hiladas	1,0	229,50	0,26	134,95	1,12	319,20	1,12	
		1,5	228,20	0,70	134,10	0,64	327,95	0,50	
		2,0	230,03	0,29	134,83	0,75	340,65	0,87	
	Ladrillera D	2 Hiladas	1,0	230,58	0,27	136,25	0,72	160,90	0,70
			1,5	230,68	0,29	135,90	0,33	161,30	0,69
			2,0	232,10	0,31	136,45	0,30	162,20	0,67
3 Hiladas		1,0	230,40	0,25	135,45	0,24	235,55	0,78	
		1,5	230,18	0,59	136,05	1,42	240,90	0,38	
		2,0	230,88	0,49	135,68	0,54	255,95	0,71	
4 Hiladas		1,0	228,83	0,69	134,25	0,26	318,50	1,18	
		1,5	230,53	0,19	134,75	0,19	331,58	1,64	
		2,0	230,65	0,37	135,45	0,56	339,20	0,50	
Máximo				1,34		1,42	1,64		
Mínimo				0,09		0,13	0,26		

En la Tabla 14, se muestra las dimensiones de longitud, ancho y altura (en mm) de cada ladrillera para diferentes hiladas que son de 2, 3 y 4 hiladas.

#### 4.3.2. Resultado no depurados del ensayo a compresión axial en prismas de albañilería.

El ensayo en prismas de albañilería se aplicó las ecuaciones 8 y 9, en las Tablas 15 – 18, es el resumen a compresión axial en prismas cuyos datos está en las Tablas 52 – 63 en el Anexo D.

Tabla 15. Resumen a compresión axial en cada prisma, datos no depurados. Ladrillera A

Junta / pilas	Hiladas	Área	Esbeltez	f'm Promedio	Desviación estándar	Coficiente de variación	f'm	Depuración de Resultados
		cm <sup>2</sup>	h/t	(Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	CV (%)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	
junta 1 cm								
Pilas	2H	299,00	1,15	27,67	7,47	27,00	20,20	Inconsistente
	3H	298,45	1,79	29,70	7,56	25,44	22,14	
	4H	298,60	2,43	29,68	3,17	10,69	26,51	
junta 1,5 cm								
Pilas	2H	297,42	1,19	28,50	4,28	15,02	24,22	Inconsistente
	3H	301,53	1,85	35,82	6,24	17,41	29,59	
	4H	299,19	2,50	32,65	5,15	15,78	27,49	
junta 2,0cm								
Pilas	2H	296,57	1,26	35,85	6,17	17,20	29,69	Consistente
	3H	295,56	1,93	31,02	3,10	9,98	27,92	
	4H	296,76	2,59	29,15	3,09	10,58	26,06	

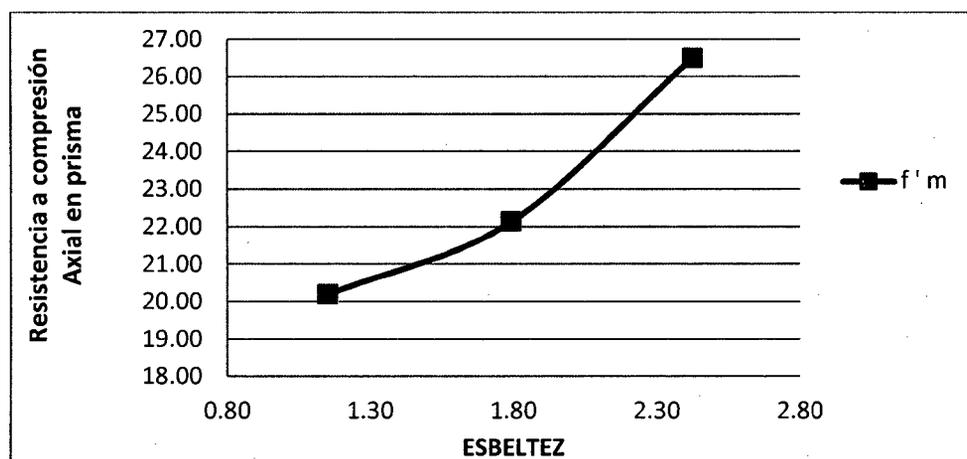


Figura 17. Dispersión de  $f'm$  para 1cm y diferente esbeltez – Ladrillera A

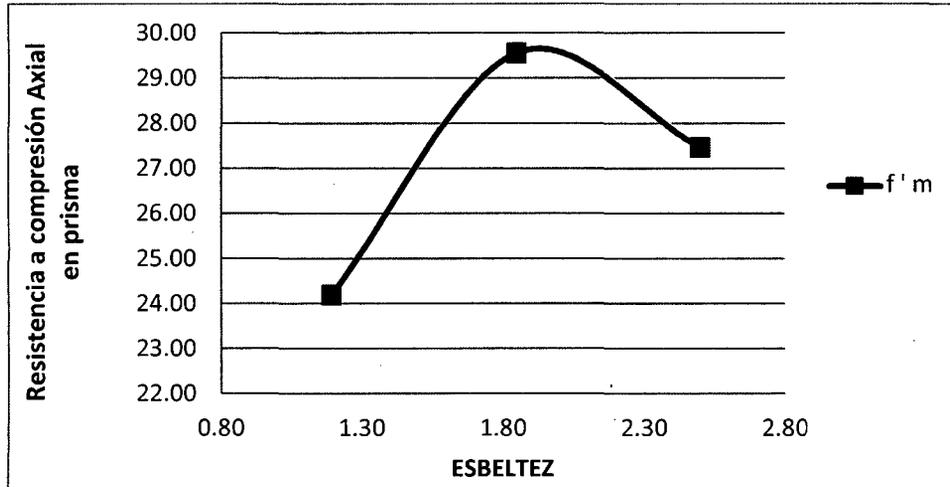


Figura 18. Dispersión de  $f'm$  para 1,5cm y diferente esbeltez – Ladrillera A.

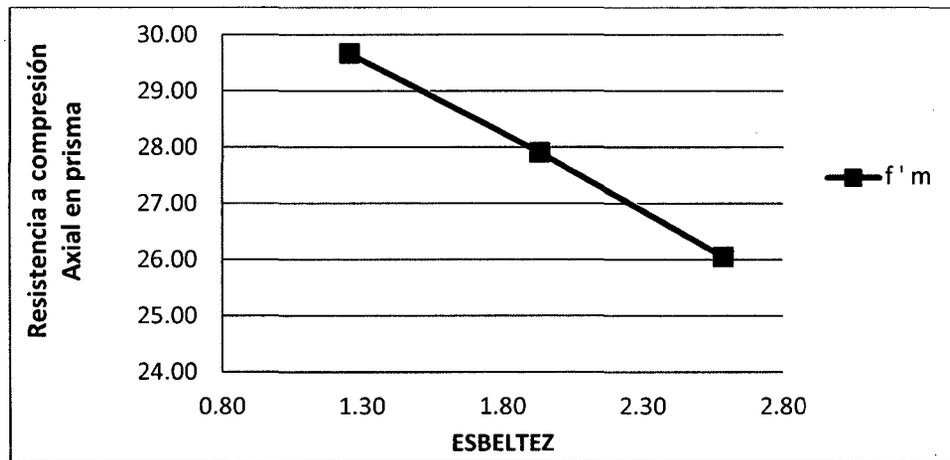


Figura 19. Dispersión de  $f'm$  para 2,0cm y diferente esbeltez – Ladrillera A.

A fin de obtener los coeficientes de corrección (CCe) por esbeltez, se debe tener en cuenta  $f'm$ , que se aprecia en la tabla 15.

Los Resultados es inconsistente porque a menor esbeltez hay menor resistencia a compresión; debe ser lo contrario y esto se aprecia en la figura 19, por lo tanto las figuras 17 y 18 son eliminadas.

Tabla 16.- Resumen a compresión axial en cada prisma, datos no depurados.  
Ladrillera B.

Junta / pilas	Hiladas	Área	Esbeltez	f'm promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	f'm	Depuración de Resultados
		cm <sup>2</sup>	h/t	(Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	CV (%)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	
junta 1 cm								
Pilas	2H	294,62	1,14	35,65	5,17	14,51	30,47	Consistente
	3H	289,42	1,79	37,24	7,58	20,35	29,67	
	4H	284,52	2,42	33,19	4,06	12,23	29,13	
junta 1,5 cm								
Pilas	2H	296,80	1,16	36,98	6,45	17,44	30,53	Consistente
	3H	288,24	1,80	33,79	3,78	11,20	30,01	
	4H	288,92	2,49	33,36	4,93	14,77	28,43	
junta 2,0cm								
Pilas	2H	290,99	1,24	35,45	3,28	9,25	32,17	Consistente
	3H	292,98	1,92	38,14	9,36	24,54	28,78	
	4H	292,23	2,58	35,20	7,39	20,99	27,81	

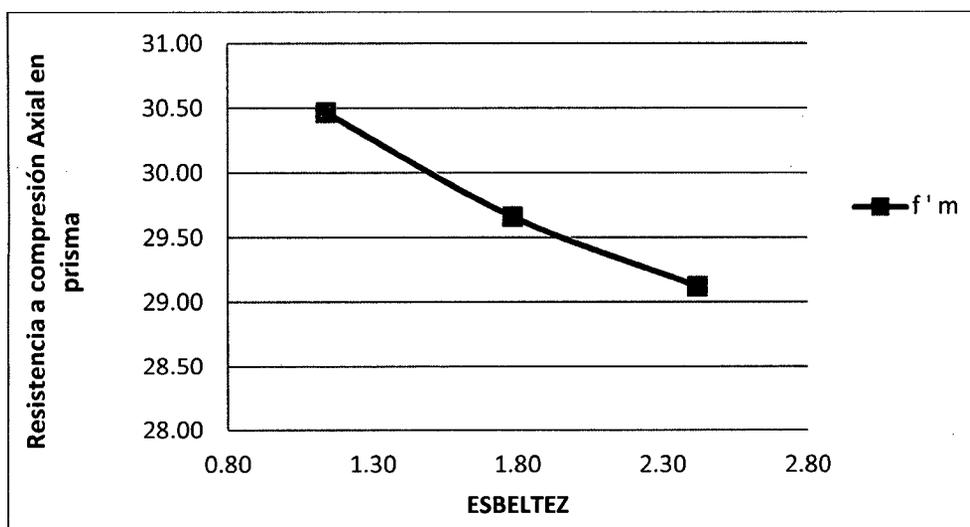


Figura 20. Dispersión de  $f'm$  para 1,0cm y diferente esbeltez – Ladrillera B.

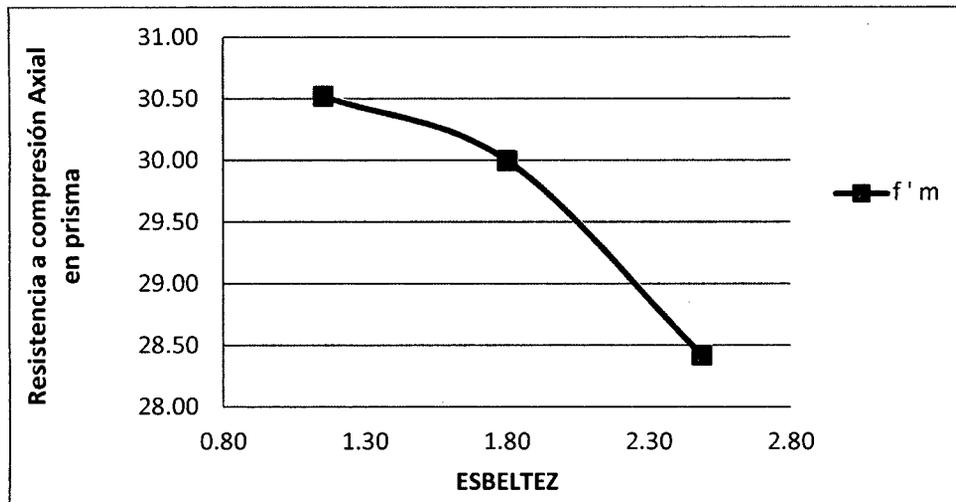


Figura 21. Dispersión de  $f'm$  para 1,5cm y diferente esbeltez – Ladrillera B.

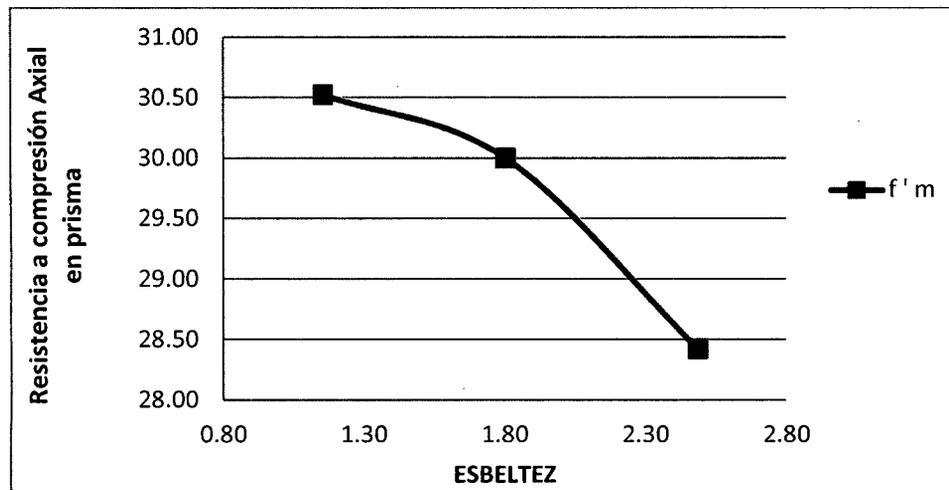


Figura 22. Dispersión de  $f'm$  para 2,0cm y diferente esbeltez – Ladrillera B.

En las figuras 20,21 y 22 se muestra que a menor esbeltez la resistencia a compresión es mayor, por lo tanto todos los resultados son consistentes.

Tabla 17.- Resumen a compresión axial en cada prisma, datos no depurados.  
Ladrillera C.

Junta / pilas	Hiladas	Área	Esbeltez	f <sub>m</sub> promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	f <sub>m</sub>	Depuración de Resultados
		cm <sup>2</sup>	h/t	(Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	CV (%)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	
junta 1 cm								
Pilas	2H	311,78	1,13	28,33	5,28	18,65	23,05	Inconsistente
	3H	317,71	1,85	28,84	5,32	18,45	23,52	
	4H	309,71	2,37	32,41	4,08	12,59	28,33	
junta 1,5 cm								
Pilas	2H	317,11	1,14	34,14	7,23	21,18	26,91	Inconsistente
	3H	310,64	1,83	23,51	2,05	8,72	21,46	
	4H	306,01	2,45	33,49	6,27	18,73	27,21	
junta 2,0cm								
Pilas	2H	311,96	1,18	36,70	8,00	21,80	28,70	Consistente
	3H	311,08	1,74	29,91	3,85	12,88	26,06	
	4H	310,13	2,53	31,15	6,03	19,37	25,11	

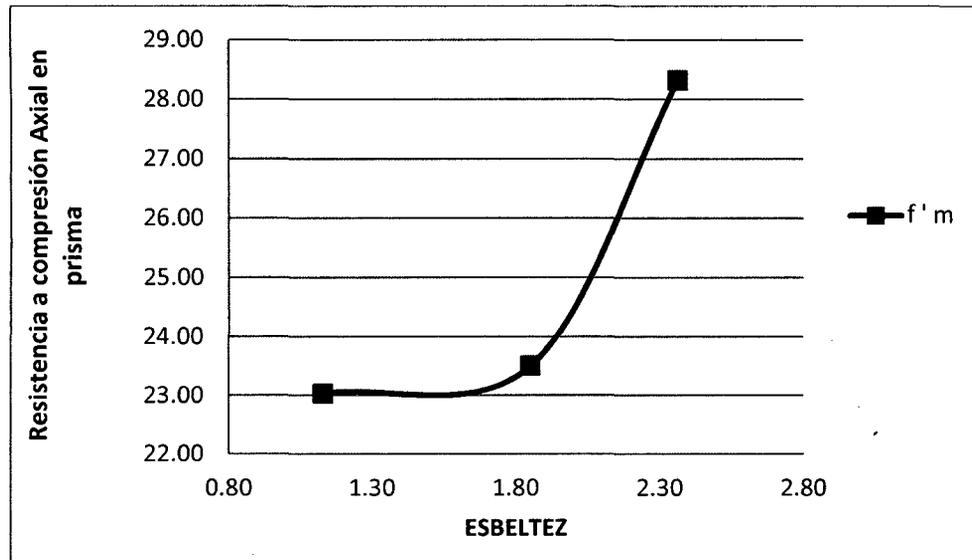


Figura 23. Dispersión de f<sub>m</sub> para 1cm y diferente esbeltez – Ladrillera C.

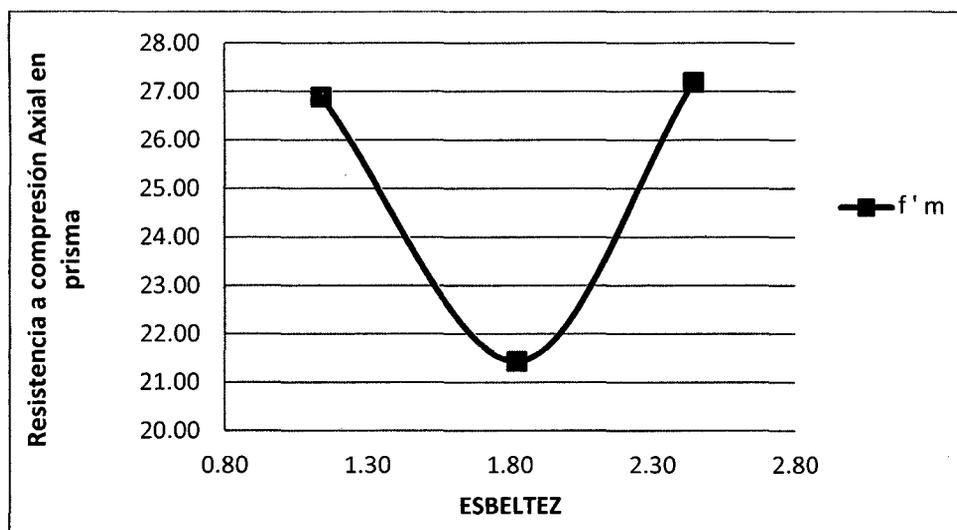


Figura 24. Dispersión de  $f'm$  para 1,5cm y diferente esbeltez – Ladrillera C.

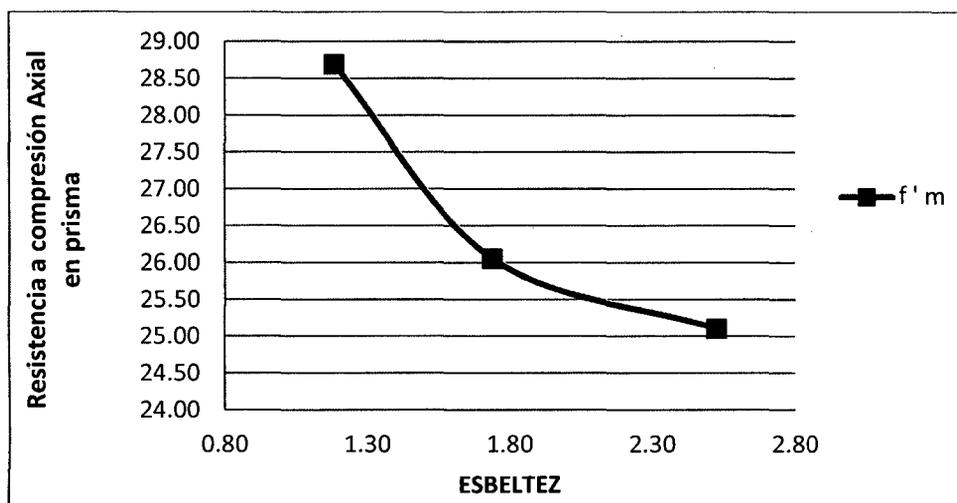


Figura 25. Dispersión de  $f'm$  para 2,0cm y diferente esbeltez – Ladrillera C.

Las figuras 23 y 24 es inconsistente porque a menor esbeltez hay menor resistencia a compresión; debe ser lo contrario y esto se aprecia en la figura 25, por lo tanto las figuras 23 y 24 son eliminadas.

Tabla 18.- Resumen a compresión axial en cada prisma, datos no depurados.  
Ladrillera D.

Junta / pilas	Hiladas	Área	Esbeltez	f'm	Desviación	Coefficiente	f'm	Depuración de Resultados
		cm <sup>2</sup>	h/t	(Kg/cm <sup>2</sup> )	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	CV (%)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	
junta 1 cm								
Pilas	2H	314,16	1,18	32,38	6,55	20,22	25,84	Inconsistente
	3H	312,08	1,74	28,00	4,14	14,78	23,86	
	4H	307,20	2,37	34,04	4,53	13,31	29,51	
junta 1,5 cm								
Pilas	2H	313,49	1,19	36,35	6,39	17,58	29,96	Consistente
	3H	313,15	1,77	31,72	3,76	11,85	27,97	
	4H	310,63	2,46	34,20	6,24	18,24	27,96	
junta 2,0cm								
Pilas	2H	316,70	1,19	42,22	7,30	17,29	34,92	Consistente
	3H	313,23	1,89	28,53	4,84	16,96	23,69	
	4H	312,42	2,50	27,67	4,45	16,07	23,22	

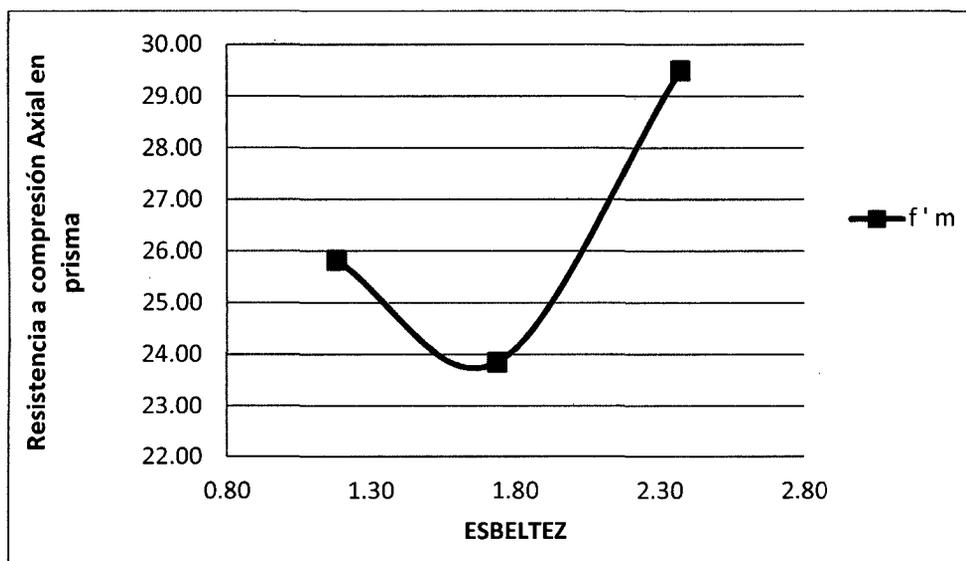


Figura 26. Dispersión de f'm para 1cm y diferente esbeltez – Ladrillera D.

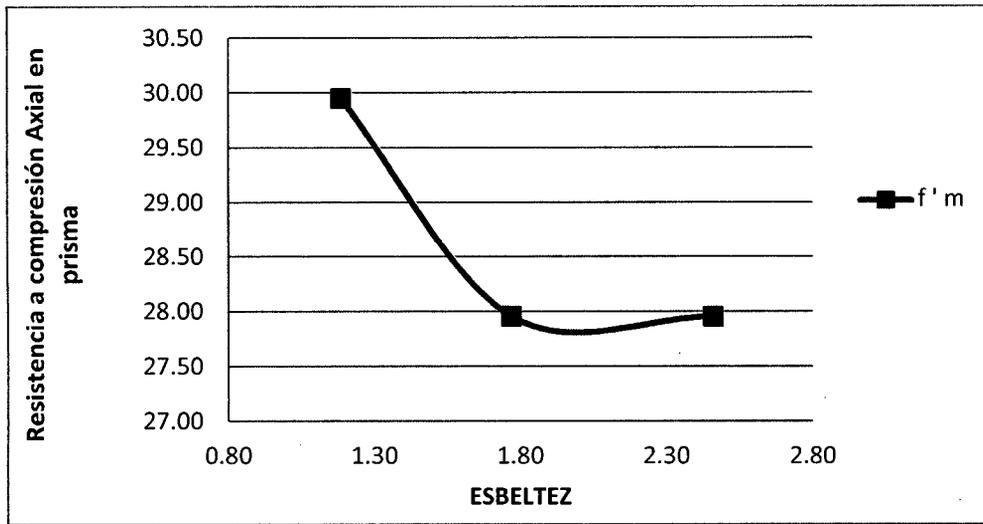


Figura 27. Dispersión de  $f'm$  para 1,5cm y diferente esbeltez – Ladrillera D.

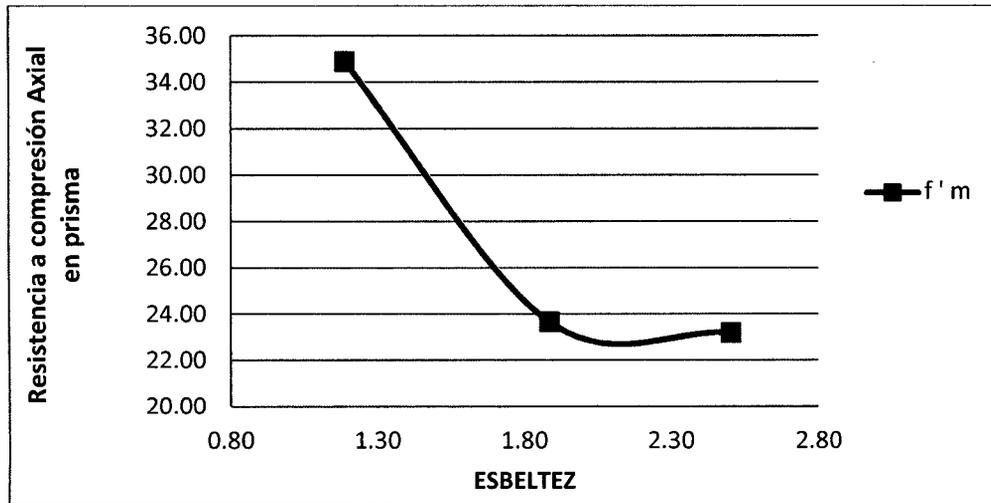


Figura 28. Dispersión de  $f'm$  para 2cm y diferente esbeltez – Ladrillera D.

La figura 26 es inconsistente porque la esbeltez de 1,74 su  $f'm$  es menor para una esbeltez de 1,18 y 2,37, es decir su resistencia debe estar comprendido entre  $25,84\text{kg/cm}^2$  –  $29,51\text{kg/cm}^2$  y resulta lo contrario a  $23,86\text{kg/cm}^2$  por lo tanto las figuras 26 es eliminada.

### 4.3.3. Resultado del cálculo del coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez.

Después de la depuración de resultados se realiza el cálculo del coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez para cada serie con la ecuación 10, en las Tablas 19 – 22; y en las Figuras 29 – 35 se muestra la ecuación del coeficiente de corrección por esbeltez. Para el cálculo del coeficiente de corrección se consideró la experiencia de Bonilla (2006) y la Norma Chilera para E= 3 donde  $C_{ce} = 1$ , la norma ASTM C1314 y la NTP 399,605 es para E = 2 donde  $C_{ce} = 1$ , por lo tanto este estudio se considera para un  $f'm$  (E= 3),  $C_{ce} = 1$ .

Además en el Anexo E se demuestra cuál es curva de ajuste para los coeficiente de corrección por esbeltez, obteniéndose la ecuación de los datos calculados (en función  $C_{ce}$  vs. Esbeltez) con el programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 19.- Coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez para ladrillera A.

Junta / Pilas	Hiladas	Área	Esbeltez	$f'm$ promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación	$f'm$	Coeficiente de Corrección
		cm <sup>2</sup>	h/t	(Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	CV (%)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	$C_{ce}$
junta 2,0cm								
Pilas	2H	296,57	1,26	35,85	6,17	17,20	29,69	0,839
	3H	295,56	1,93	31,02	3,10	9,98	27,92	0,892
	4H	296,76	2,59	29,15	3,09	10,58	26,06	0,955
				3,00			24,90	1,000

En la Tabla 19, se muestra la resistencia a compresión axial, para una esbeltez igual 3 y  $C_{ce} = 1$ ; el  $f'm$  (E=3) se obtiene interpolando linealmente resultando 24,90 kg/cm<sup>2</sup>.

La ecuación experimental 1 es:  $C_{ce} = 0,0127E^2 + 0,0385E + 0,7704$ , es una curva de tendencia cuadrática, se aprecia en la figura 29.

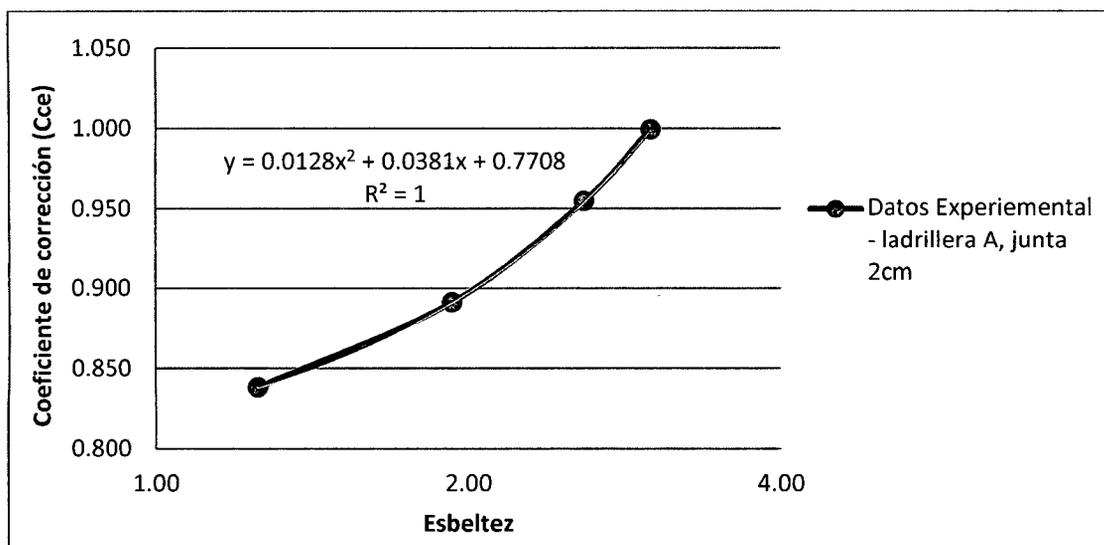


Figura 29. Coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez obtenidos de forma experimental para Ladrillera A con junta de 2cm.

Tabla 20.- Coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez para ladrillera B.

Junta / Pilas	Hiladas	Área	Esbeltez	$f'm$ promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación	$f'm$	Coeficiente de Corrección
		cm <sup>2</sup>	h/t	(Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	CV (%)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	Cce
junta 1 cm								
Pilas	2H	294,62	1,14	35,65	5,17	14,51	30,47	0,940
	3H	289,42	1,79	37,24	7,58	20,35	29,67	0,965
	4H	284,52	2,42	33,19	4,06	12,23	29,13	0,983
				3,00			28,64	1,000
junta 1,5 cm								
Pilas	2H	296,80	1,16	36,98	6,45	17,44	30,53	0,892
	3H	288,24	1,80	33,79	3,78	11,20	30,01	0,908
	4H	288,92	2,49	33,36	4,93	14,77	28,43	0,958
				3,00			27,25	1,000
junta 2,0cm								
Pilas	2H	290,99	1,24	35,45	3,28	9,25	32,17	0,845
	3H	292,98	1,92	38,14	9,36	24,54	28,78	0,945
	4H	292,23	2,58	35,20	7,39	20,99	27,81	0,978
				3,00			27,19	1,000

Los datos de la Tabla 20, la resistencia a compresión axial, para una esbeltez igual 3 donde  $Cce = 1$ ; el  $f'm$  ( $E=3$ ) se obtiene interpolando linealmente resultando para una junta de 1cm 28,64kg/cm<sup>2</sup>, para una junta de 1,5cm 27,25kg/cm<sup>2</sup> y una junta de 2cm 27,19 kg/cm<sup>2</sup>.

Ecuación Experimental 2:  $C_{ce} = -0,0038E^2 + 0,0478E + 0,8908$ , para una junta de 1cm la curva es de tendencia cuadrática como indica en la figura 30.

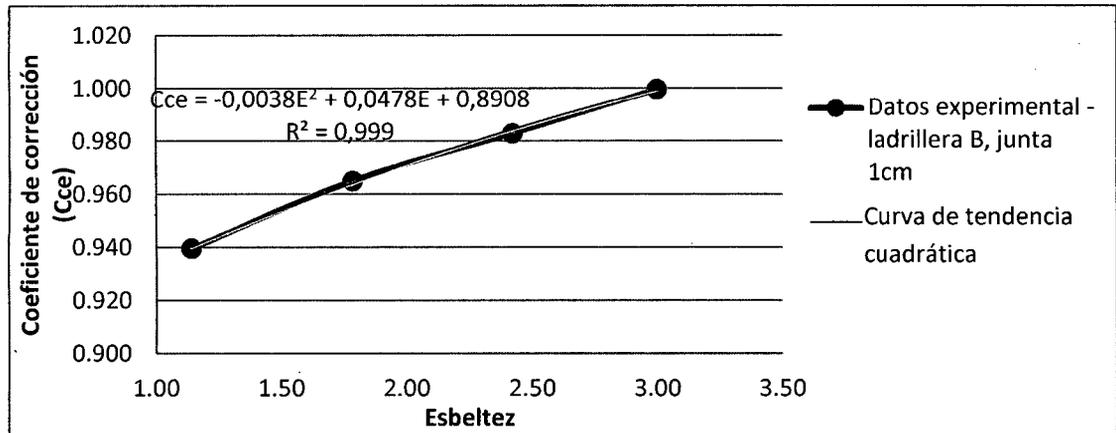


Figura 30. Coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez obtenidos de forma experimental para Ladrillera B con junta de 1cm.

La ecuación experimental 3:  $C_{ce} = 0,0239E^2 - 0,0395E + 0,9046$ , para una junta de 1,5cm la curva es de tendencia cuadrática como indica en la figura 31.

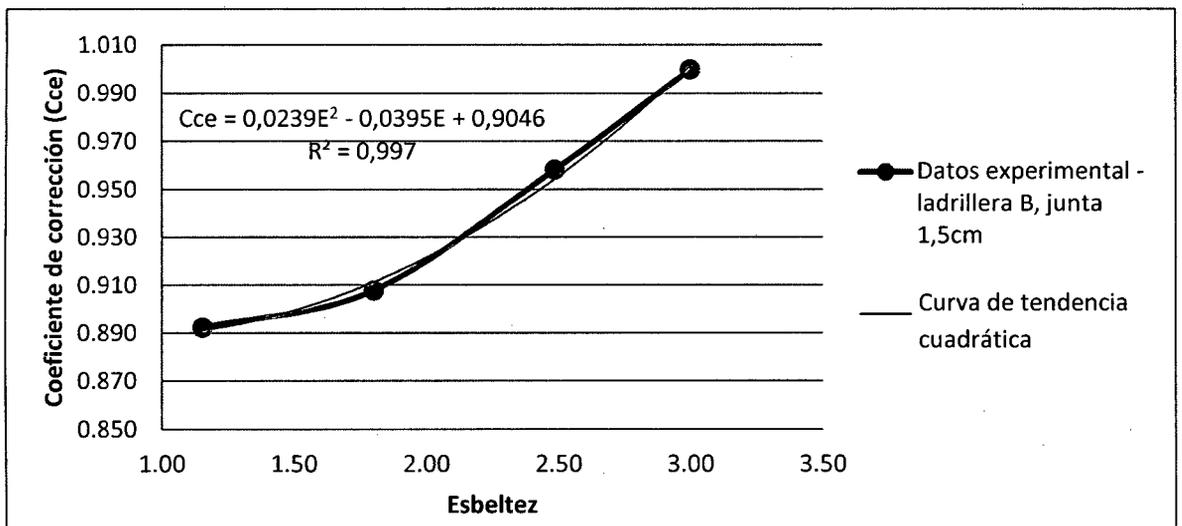


Figura 31. Coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez obtenidos de forma experimental para Ladrillera B con junta de 1,5cm.

Ecuación Experimental 4:  $C_{ce} = -0,0462E^2 + 0,2806E + 0,5701$ , para una junta de 2cm la curva es de tendencia cuadrática como indica en la figura 32.

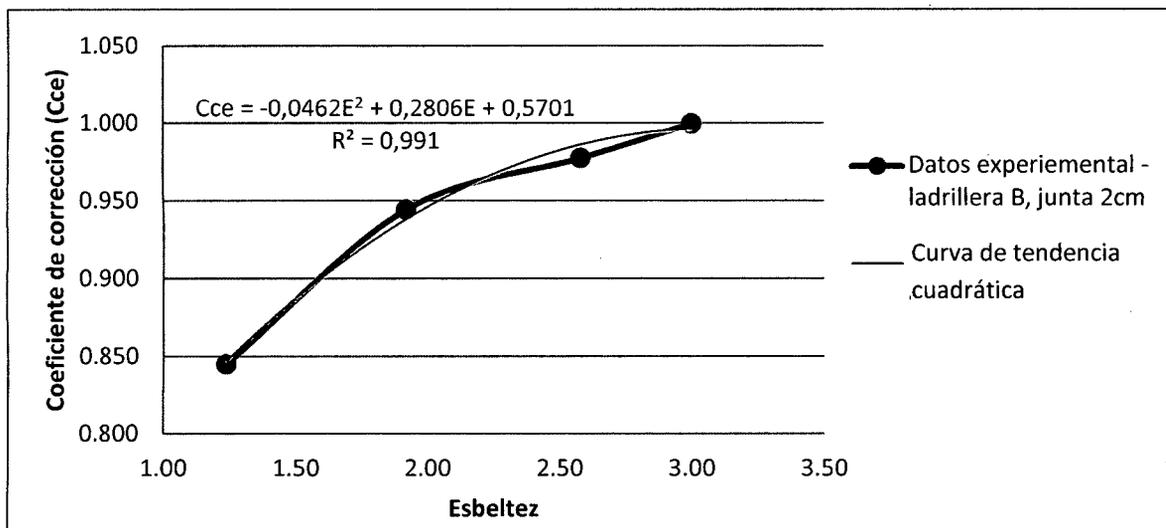


Figura 32. Coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez obtenidos de forma experimental para Ladrillera B con junta de 2cm.

Tabla 21.- Coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez para ladrillera C.

Junta / Pilas	Hiladas	Área	Esbeltez	$f'm$ promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación	$f'm$	Coeficiente de Corrección
		cm <sup>2</sup>	h/t	(Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	CV (%)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	Cce
junta 2,0cm	2H	311,96	1,18	36,70	8,00	21,80	28,70	0,855
	3H	311,08	1,74	29,91	3,85	12,88	26,06	0,942
	4H	310,13	2,53	31,15	6,03	19,37	25,11	0,977
				3,00			24,54	1,000

Según la Tabla 21, para la resistencia a compresión axial, para una esbeltez igual 3 y  $C_{ce} = 1$ ; el  $f'm$  ( $E=3$ ) se obtiene interpolando linealmente resultando 24,54 kg/cm<sup>2</sup>.

Ecuación Experimental 5 es:  $C_{ce} = -0,0444E^2 + 0,2602E + 0,6137$ , para una junta de 2cm la curva es de tendencia cuadrática como indica en la figura 33.

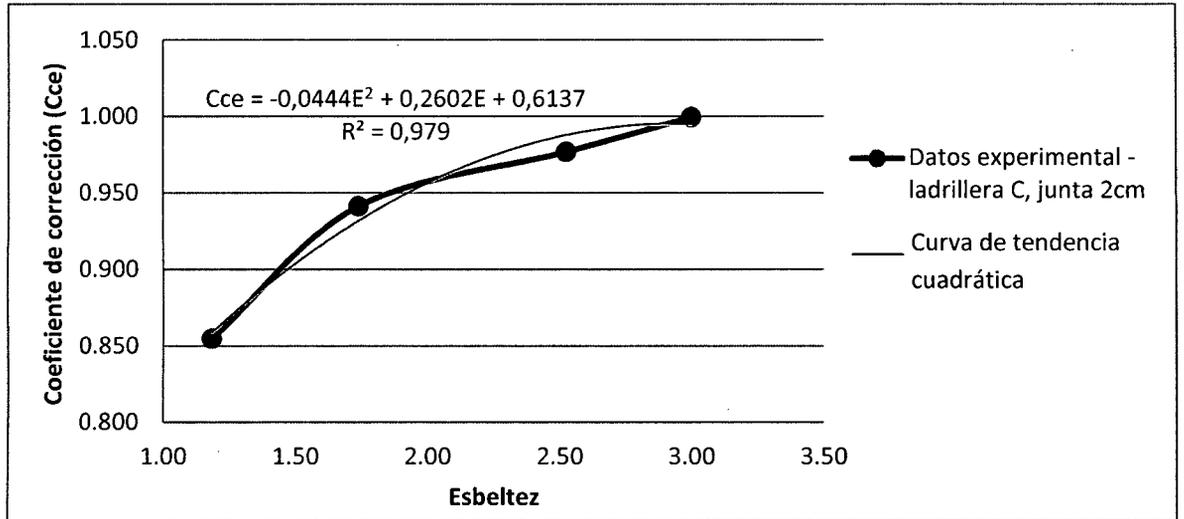


Figura 33. Coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez obtenidos de forma experimental para Ladrillera C con junta de 2cm.

Tabla 22.- Coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez para ladrillera D.

Junta / Pilas	Hiladas	Área cm <sup>2</sup>	Esbeltez h/t	$f'm$ promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación estándar $\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeficiente de variación CV (%)	$f'm$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeficiente de Corrección Cce
junta 1,5 cm								
Pilas	2H	313,49	1,19	36,35	6,39	17,58	29,96	0,933
	3H	313,15	1,77	31,72	3,76	11,85	27,97	1,000
	4H	310,63	2,46	34,20	6,24	18,24	27,96	1,000
				3,00			27,96	1,000
junta 2,0 cm								
Pilas	2H	316,70	1,19	42,22	7,30	17,29	34,92	0,654
	3H	313,23	1,89	28,53	4,84	16,96	23,69	0,964
	4H	312,42	2,50	27,67	4,45	16,07	23,22	0,984
				3,00			22,84	1,000

En la Tabla 22, indican la resistencia a compresión axial, para una esbeltez igual 3 con un  $C_{ce} = 1$ ; el  $f'm$  ( $E=3$ ) donde se obtiene interpolando linealmente resultando para una junta de 1,5cm 27,96kg/cm<sup>2</sup> y una junta de 2cm 22,84 kg/cm<sup>2</sup>.

La ecuación experimental 6 es:  $C_{ce} = -0,0475E^2 + 0,2318E + 0,7283$ , para una junta de 1,5cm la curva es de tendencia cuadrática como indica en la figura 34.

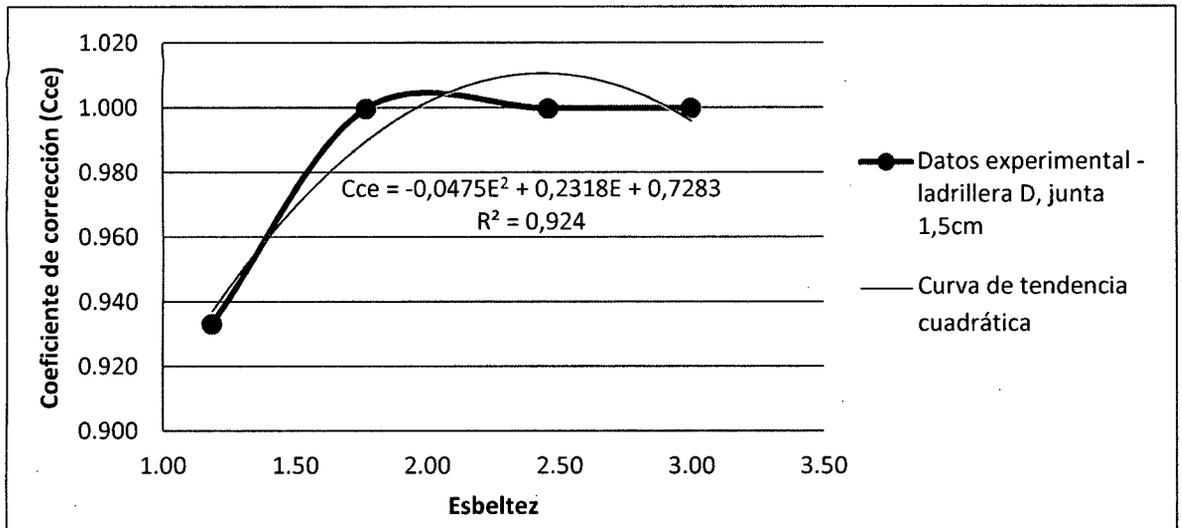


Figura 34. Coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez obtenidos de forma experimental para Ladrillera D con junta de 1,5cm.

En la ecuación experimental 7 es:  $C_{ce} = -0,1882E^2 + 0,9672E - 0,2218$ , para una junta de 2cm la curva es de tendencia cuadrática como indica en la figura 35.

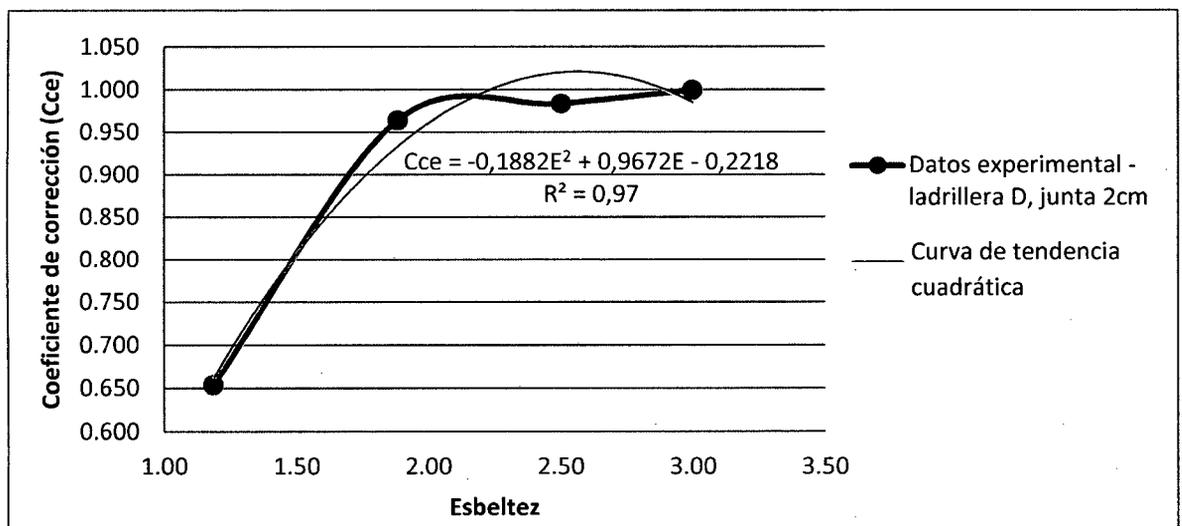


Figura 35. Coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez obtenidos de forma experimental para Ladrillera D con junta de 2cm.

#### 4.3.4. Comparación de los coeficientes de corrección de $f'm$ por esbeltez.

En la Tabla 23, muestra la comparación de los coeficientes de corrección por esbeltez (Cce) usando las normas existentes con la Tabla 3, según NTP 399.605 (2013) y Tabla 5 según RNE E 0,70, comparando con las ecuaciones experimentales 1 – 7 para normalizarlos la Esbeltez.

Tabla 23.- Comparación de los coeficientes de corrección de  $f'm$  por esbeltez.

Método o Norma	Esbeltez							
	1,3	1,5	2	2,5	3	4	4,5	5
Norma E.070	-	-	0,73	0,8	0,86	0,95	0,98	1
NTP 399,605 (2013)	0,75	0,86	1	1,04	1,07	1,15	-	1,22
Ladrillera A, junta 2cm	0,84	0,86	0,90	0,95	1	1,13	1,20	1,28
Ladrillera B, junta 1cm	0,95	0,95	0,97	0,99	1	1,02	1,03	1,03
Ladrillera B, junta 1,5cm	0,89	0,90	0,92	0,96	1	1,13	1,21	1,30
Ladrillera B, junta 2cm	0,86	0,89	0,95	0,98	1	1	1	1
Ladrillera C, junta 2cm	0,88	0,90	0,96	0,99	1	1	1	1
Ladrillera D, junta 1,5cm	0,95	0,97	1	1	1	1	1	1
Ladrillera D, junta 2cm	0,72	0,81	0,96	0,98	1	1	1	1
<b>Diferencia Porcentual entre las Ecuación Experimental y las Normas de Albañilería existentes</b>								
Método o Norma	1,3	1,5	2	2,5	3	4	4,5	5
<b>Ladrillera A, junta 2cm</b>								
Norma E.070	-	-	18,73%	15,44%	14,00%	15,75%	18,39%	21,90%
NTP 399,605 (2013)	10,92%	-0,38%	-11,33%	-9,93%	-7,00%	-1,99%	-	4,72%
<b>Ladrillera B, junta 1cm</b>								
Norma E.070	-	-	24,84%	18,91%	14,00%	6,97%	4,76%	3,36%
NTP 399,605 (2013)	20,76%	9,85%	-2,97%	-5,42%	-7,00%	-12,61%	-	-17,90%
<b>Ladrillera B, junta 1,5cm</b>								
Norma E.070	-	-	20,76%	16,25%	14,00%	15,85%	19,06%	23,35%
NTP 399,605 (2013)	16,07%	4,35%	-8,55%	-8,87%	-7,00%	-1,86%	-	6,48%
<b>Ladrillera B, junta 2cm</b>								
Norma E.070	-	-	22,87%	18,60%	14,00%	5,00%	2,00%	0,00%
NTP 399,605 (2013)	12,47%	3,05%	-5,65%	-5,81%	-7,00%	-15,00%	-	-22,00%
<b>Ladrillera C, junta 2cm</b>								
Norma E.070	-	-	23,68%	18,92%	14,00%	5,00%	2,00%	0,00%
NTP 399,605 (2013)	14,47%	4,88%	-4,55%	-5,40%	-7,00%	-15,00%	-	-22,00%
<b>Ladrillera D, junta 1,5cm</b>								
Norma E.070	-	-	27,00%	20,00%	14,00%	5,00%	2,00%	0,00%
NTP 399,605 (2013)	21,00%	11,26%	0,00%	-4,00%	-7,00%	-15,00%	-	-22,00%
<b>Ladrillera D, junta 2cm</b>								
Norma E.070	-	-	23,94%	18,37%	14,00%	5,00%	2,00%	0,00%
NTP 399,605 (2013)	-4,53%	-6,76%	-4,19%	-6,12%	-7,00%	-15,00%	-	-22,00%

En la tabla 23, se aprecia que las comparaciones de las cuatro ladrilleras respecto a las normas NTP 399,605 y E 0,70, no se asemejan.

Tabla 24.- Diferencia porcentual de los coeficiente de Cce entre sí.

		Diferencia Porcentual de los Coeficiente de corrección por esbeltez entre si (%)							
Ladrillera	Esbeltez	1,3	1,5	2	2,5	3	4	4,5	5
	Ladrillera A, junta 2cm		1,73	4,62	<b>5,06</b>	<b>5,40</b>	11,32	6,10	6,21
Ladrillera B, junta 1cm		0,78	1,78	<b>1,56</b>	<b>1,35</b>	2,08	0,75	0,57	
Ladrillera B, junta 1,5cm		0,61	2,40	<b>3,56</b>	<b>4,48</b>	11,43	6,76	7,19	
Ladrillera B, junta 2cm		3,41	6,28	3,70	1,72	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
Ladrillera C, junta 2cm		3,01	5,48	3,06	1,33	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
Ladrillera D, junta 1,5cm		2,04	3,09	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
Ladrillera D, junta 2cm		10,93	16,07	<b>2,06</b>	<b>2,00</b>	0,00	0,00	0,00	

En la Tabla 24, se puede observar la diferencia porcentual entre dos Cce de forma consecutiva si los resultados son similares uno respecto al otro, entonces se determina la esbeltez mínima a considerar para este estudio en prismas de albañilería de las ladrilleras de Fila Alta, siendo 2 y 3.

#### 4.3.5. Comparación de la Norma E0.70 con los resultados.

Se realiza una comparación con la Norma E0.70 de la Tabla 4 con los resúmenes a la resistencia a compresión axial en la Tabla 25.

Tabla 25. Resumen de clasificar  $f_m$  con la Norma E 0.70.

Ladrillera / Junta	$f_m$	Clasificación de Norma E 0.70
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	$f_m \geq 35 \text{ kg/cm}^2$
Ladrillera A / junta 2,0cm	24,90	No Califica
Ladrillera B / junta 1,0cm	<b>28,64</b>	No Califica
Ladrillera B / junta 1,5cm	<b>27,25</b>	No Califica
Ladrillera B / junta 2,0cm	<b>27,19</b>	No Califica
Ladrillera C / junta 2,0cm	24,54	No Califica
Ladrillera D / junta 1,5cm	<b>27,96</b>	No Califica
Ladrillera A / junta 2,0cm	<b>22,84</b>	No Califica

En la Tabla 25, se aprecia que las ladrilleras A, B, C, D para diferentes juntas de 1cm, 1,5cm y 2cm no cumplen con la norma E 0,70, cuyos datos resultan menores a  $35 \text{ kg/cm}^2$ , pero se afirma que la ladrillera B su resistencia a compresión axial ( $f'm$ ) varia del espesor de las juntas, es decir para junta de 1 cm su  $f'm$  es  $28,64 \text{ kg/cm}^2$ , para junta de 1,5cm su  $f'm$  es  $27,25 \text{ kg/cm}^2$  y para junta de 2cm su  $f'm$  es  $27,19 \text{ kg/cm}^2$ , por lo tanto a mayor espesor de junta menor resistencia; para la ladrillera D sucede lo mismo con junta de 1,5cm y 2cm.

#### 4.3.6. Tipos de fallas presentadas en los prismas de albañilería.

- Los prismas construidos para 2 hiladas, presentaron fallas por aplastamiento o trituración y por fisuras verticales. Esto se observa en las figuras 36 y 37.



Figura 36. Falla por aplastamiento



Figura 37. Falla por fisuras verticales

- Por otra parte, los prismas construidos para 3 y 4 hiladas por lo general presentaron grietas vertical atravesando los ladrillos y el mortero. Las grietas verticales son una falla por tracción lateral como se muestra en la figura 38 y 39.

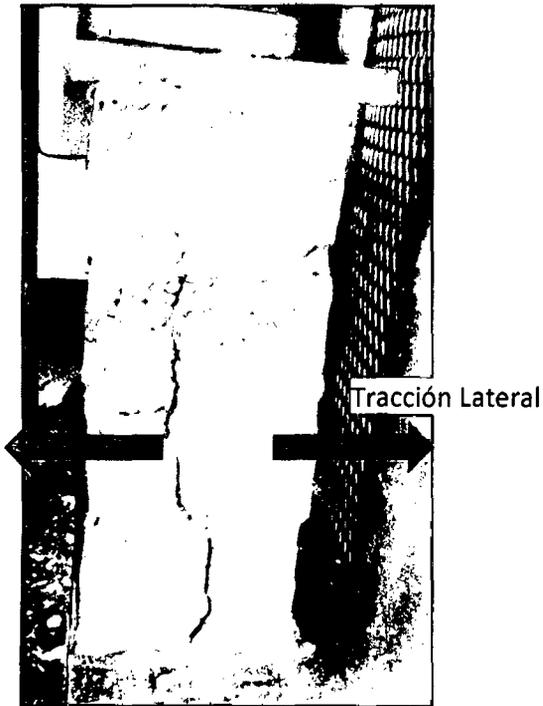


Figura 38. Grieta vertical vista lateral



Figura 39. Fisura vertical vista frontal

- Otro casos fallaron por trituración (se conoce como falla frágil) del ladrillo como se muestra en las Figuras 40 y 41.

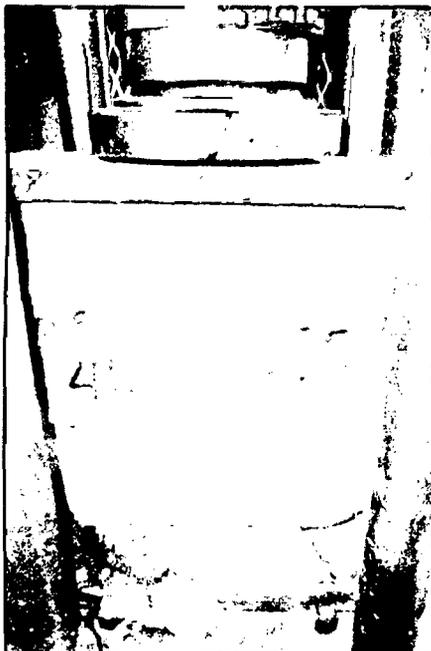


Figura 40. Falla por trituración vista frontal



Figura 41. Falla por trituración vista lateral

En la figura 40, se muestra una falla por trituración del ladrillo en la parte inferior, producto de la baja resistencia a compresión de esa unidad frente al resto de ladrillos usado en el prisma, en cambio en la figura 41 se observa más de un ladrillo

con falla por trituración o aplastamiento a esto se le conoce como rotura semi-cónica según figura 5.

- Algunos casos presentaron unas combinaciones de las dos fallas más por trituración y fisuras o grietas como se presentó en las figuras 42 y 43.



Figura 42. Falla por trituración y fisura vertical vista lateral.



Figura 43. Falla por trituración y fisura vertical vista frontal.

En las figura 42, se muestra una combinaciones de falla por trituración del ladrillo en la parte inferior (indicando que el ladrillo inferior es menos resistentes respecto a los otros componentes del prisma) y a la vez fisura vertical indicando la tracción lateral del prisma. Por otro lado en la figura 43, se muestra que la falla es por trituración en la parte central del ladrillo y a la vez fisuras.

#### 4.4. Discusión

- En los resultados a la compresión de los ladrillos que se realizó en las muestras de las 4 ladrilleras, se encontró el promedio de la resistencia a la compresión que son: Ladrillera A es 37,37 kg/cm<sup>2</sup>, ladrillera B es 58,70 kg/cm<sup>2</sup>, ladrillera C es 55,53 kg/cm<sup>2</sup>, ladrillera D es 56,24 kg/cm<sup>2</sup> (Tabla 12), el cual la ladrillera A no cumple según la norma E0.70 – RNE (2014), que indica una resistencia mínima de 55 kg/cm<sup>2</sup> (Tabla 4).
- Según la tabla 13, se determinó la resistencia a compresión del mortero utilizado en los prismas de albañilería con una dosificación en volumen 1: 0: 4 (cemento: cal: arena), cuyo promedio es 172,53 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual es suficientemente resistente según la norma E0.70 – RNE (2014), que indica una resistencia mínima de 140 kg/cm<sup>2</sup>. Esto se debe que el material arena gruesa zarandeada gruesa es de buena calidad.
- Como indica en la tabla 23, los resultados de los coeficientes de corrección de  $f'm$  por esbeltez difieren a las normas E0.70 – RNE, NTP 399,605 (2013) y ASTM C1314
- Bonilla en su Tesis publicado en el año 2006 recomienda para construir pilas que tengan una esbeltez igual a 3, usando materiales peruanos, se necesitaría asentar 4 ladrillos (aproximadamente 40 cm de altura). En esta Tesis se aplicó para una esbeltez igual a 3 y  $C_{ce} = 1$ , lo cual indica en la tabla 24 que el estudio mínimo de la esbeltez es 2 y 3.

- Según el la tabla 25, resumen de la resistencia a compresión axial en prismas de albañilería es: 24,90; 28,64; 27,25; 27,19; 24,54; 27,96; 22,84 kg/cm<sup>2</sup> son insuficientes para la norma E0.70 – RNE (2014), que indica una resistencia mínima de 35 kg/cm<sup>2</sup>.
- Además en la tabla 25 se aprecia que la resistencia a compresión axial en prismas de albañilería con ladrillos artesanales con arcilla ( $f'm$ ) influye el espesor de juntas, lo cual se obtuvo en la ladrillera B con junta de 1cm es 28,64kg/cm<sup>2</sup> más resistente que con junta de 1,5cm siendo igual a 27,25 kg/cm<sup>2</sup>, así mismo con junta de 2cm igual a 27,19kg/cm<sup>2</sup> es menos resistente, estos resultados se afirma lo que recomienda el Reglamento Nacional de Edificaciones – E0,70.
- En el análisis a compresión que se realizó para las 4 ladrilleras en diferentes esbeltez de 2,3 y 4 hiladas influye la resistencia a compresión axial en prismas de albañilería con ladrillos artesanales con arcilla ( $f'm$ ) como indica en las tablas 19 – 22, esto se afirma lo que dice Quiun, San Bartolomé y Mendoza en su tabla 2, existe una relación lógica a menor esbeltez mayor resistencia así como mayor esbeltez menor resistencia.
- Para pilas de 2 hiladas en las ladrilleras A, B, C y D, presentaron fisuras verticales producto de la tracción lateral o frontal y también fallaron por trituración o aplastamiento siendo fallas frágiles; para pilas de 3 y 4 hiladas en las ladrilleras A,B,C y D, presentaron fisuras y grietas verticales que atravesó más de 2 ladrillos y mortero, en algunos caso

presentaron trituración solo en un ladrillo, esto se debe su resistencia del ladrillo es inferior respecto a los demás, estos tipos de fallas presentadas se asemejan al estudio de Tesis de Bonilla en el año 2006 que por lo general las pilas de 2 hiladas sufren fallas por trituración siendo una falla indeseable por ser muy frágiles y para mayores a 3 hiladas sufren fallas por tracción vertical siendo una falla ideal como manifiesta Bonilla.

#### **4.5. Contratación de la hipótesis.**

De acuerdo a la hipótesis planteada, se verificó en las tablas 19 – 22 y 25 que el espesor de las juntas y la esbeltez influye en la resistencia de los prismas de albañilería con ladrillos artesanales de arcilla ( $f'm$ ), es decir mayor esbeltez menor  $f'm$  y mayor espesor de junta menor  $f'm$ .

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

1. Comparando la resistencia de los prismas de albañilería con ladrillos artesanales de arcilla ( $f'm$ ) con la norma E 0,70, se puede apreciar que ninguna cumple el requisito mínimo de 35 kg/cm<sup>2</sup>, que existe una diferencia mínima de 22,21 %, esto se debe a que existe una dispersión alta en los resultados a la resistencia de compresión como unidad de ladrillo ( $f'b$ ).
2. Se afirma que la resistencia de los prismas de albañilería con ladrillos artesanales de arcilla ( $f'm$ ) influyen por el espesor de las juntas y esbeltez, es decir mayor esbeltez menor  $f'm$  y mayor espesor de junta menor  $f'm$ .
3. Al determinar el factor de corrección de  $f'm$  por esbeltez en prismas de albañilería en ladrillos artesanales de arcilla, dan como resultados a ecuaciones cuadráticas para 1cm, 1,5cm y 2cm de espesor de juntas; obteniéndose valores máximos y mínimos.
4. Para pilas de 2 hiladas en las ladrilleras A, B, C y D, presentaron fisuras verticales producto de la tracción lateral o frontal y también fallaron por trituración o aplastamiento siendo fallas frágiles; para pilas de 3 y 4 hiladas en las ladrilleras A, B, C y D, presentaron fisuras y grietas verticales que atravesó más de 2 ladrillos y mortero, en algunos caso presentaron trituración solo en un ladrillo, esto se debe su resistencia del ladrillo es inferior respecto a los demás.

5. Se afirma lo que recomienda Bonilla (2006) en su Tesis, que para materiales peruanos se recomienda usar una esbeltez igual a 3 con asentando de 4 ladrillos, tal caso se aplicó en esta Tesis obteniendo como resultado utilizar una esbeltez (E) igual a 3 y coeficiente de corrección (Cce) igual a 1.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

1. Para investigaciones posteriores se debe recomendar para ladrillos industriales, una esbeltez igual a 5 con Cce a 1, como así para ladrillos artesanales utilizar esbeltez igual a 3 donde Cce igual a 1.
2. En proceso constructivo se debe tener en cuenta como mínimo 1 cm y como máximo 1,5 para las ladrilleras artesanales del sector Fila Alta – Jaén.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- INDECOPI, 2013. NTP 399.605. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. INDECOPI. 2da ed. Lima - Perú. 18 p.
- Instituto Nacional de Normalización, 2009. Norma Chilena Nch 1928.Of1993 Modificada en 2009, Albañilería Armada – requisito para el diseño y calculo en Anexo B. INN – Chile. 3era ed. Chile. 26 – 28 p.
- Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014. RNE E070 Capítulo 3 Componentes de albañilería. 6ta ed. Lima – Perú. Editorial Megabyte sac. 507 - 512 p.
- Bonilla Mancilla, DE; 2006. Factores de corrección de la resistencia en compresión de prismas de albañilería por efectos de esbeltez; Tesis Ing. Civil; Pontificia Universidad Católica del Perú; 90 p.
- García Navarro, CA. 2013. Evaluación de la calidad de ladrillos artesanales king kong según prácticas de fabricación en el sector fila alta de la ciudad de Jaén. Tesis Ing. Civil. Universidad Nacional De Cajamarca. 69 p.
- ASTM C1314, 2003. Standard Test Method for Constructing and Testing Masonry Prisms Used to Determine Compliance with Specified Compressive Strength of Masonry (en línea). Consultado 01 Ago. 2014. Disponible en <http://www.astm.org/Standards/C1314.htm>
- Quiun, D; San Bartolomé, A; Mendoza, G; 2007. Estudio experimental del factor de corrección por esbeltez en pilas de albañilería (PDF); proyecto SENCICO-PUP. 12 p.

# **Anexo A**

Ensayos referentes a la unidad de  
ladrillo.

## 1. Cálculo como unidad de ladrillo artesanal.

### 1.1. Cálculo de variación dimensional como unidad de ladrillo.

Tabla 26. Variabilidad dimensional del ladrillo de arcilla en Ladrillera A.

Ladrillera A		Longitud (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
UL-A1	222,00	223,00	223,50	221,50	222,50	0,41	131,00	130,00	133,50	131,00	131,38	1,14	72,00	72,50	74,00	71,50	72,50	1,49
UL-A2	227,50	226,00	228,50	225,50	226,88	0,61	131,00	132,60	136,50	136,00	134,03	1,98	73,00	72,00	70,50	74,00	72,38	2,06
UL-A3	224,00	221,50	222,50	221,00	222,25	0,60	130,50	130,50	140,50	138,00	134,88	3,82	76,00	76,50	73,00	73,50	74,75	2,35
UL-A4	225,00	224,00	229,00	228,00	226,50	1,05	132,00	130,00	137,00	134,00	133,25	2,24	70,50	71,00	69,50	70,00	70,25	0,92
UL-A5	223,50	226,50	227,00	224,00	225,25	0,78	132,50	131,00	135,50	134,50	133,38	1,51	73,00	74,50	72,50	75,00	73,75	1,61
UL-A6	217,50	215,00	223,50	225,00	220,25	2,17	127,50	128,00	133,00	133,00	130,38	2,33	74,00	73,00	72,00	71,50	72,63	1,53
UL-A7	220,00	220,50	223,00	221,50	221,25	0,60	128,00	130,00	131,50	134,00	130,88	1,93	72,50	73,50	70,00	72,00	72,00	2,04
UL-A8	227,00	224,50	229,00	225,50	226,50	0,86	132,00	129,50	136,00	132,00	132,38	2,03	73,00	73,00	75,00	68,00	72,25	4,13
UL-A9	221,00	224,50	223,50	225,00	223,50	0,80	130,00	128,50	134,00	133,00	131,38	1,95	70,50	72,00	73,00	71,50	71,75	1,45
UL-A10	227,00	229,00	227,00	224,50	226,88	0,81	131,20	132,00	135,00	135,50	133,43	1,61	72,50	73,00	73,50	73,50	73,13	0,65
Promedio	L:				224,18		A:				132,53		H:				72,54	
Desviación estándar					2,53						1,48						1,20	
Coefficiente de Variación					1,13						1,12						1,65	

Dónde:

(L,A,H) 1 - 4 = Medida de los cuatro lados de la pila de albañilería  
 (L,A,H)o = Promedio de los cuatro lados de la pila de albañilería por cada espécimen  
 (L,A,H) = Promedio de los cinco especímenes de las pilas.

CV = Coeficiente de Variación

Tabla 27. Variabilidad dimensional del ladrillo de arcilla en Ladrillera B.

Ladrillera B	Longitud (mm)						Ancho (mm)						Altura (mm)							
	Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)	
UL-B1	222,40	221,50	221,50	223,00	222,10	0,33	126,50	128,50	129,00	130,00	128,50	1,15	67,50	70,50	69,00	70,00	69,25	1,91		
UL-B2	223,00	223,50	225,00	224,00	223,88	0,38	129,50	128,00	130,00	131,50	129,75	1,11	70,50	70,00	71,00	70,50	70,50	0,58		
UL-B3	221,00	220,50	221,00	223,00	221,38	0,50	126,00	129,00	128,50	130,00	128,38	1,33	70,00	70,00	70,00	70,40	70,10	0,29		
UL-B4	219,50	218,50	222,00	224,00	221,00	1,12	128,50	127,50	133,00	129,00	129,50	1,87	76,00	72,00	72,00	69,00	72,25	3,98		
UL-B5	221,50	221,50	223,00	224,00	222,50	0,55	130,00	128,50	131,50	129,00	129,75	1,02	72,00	69,50	69,00	69,00	69,88	2,06		
UL-B6	224,00	223,00	224,50	224,00	223,88	0,28	129,00	131,00	131,50	133,00	131,13	1,26	78,00	79,50	74,00	76,00	76,88	3,11		
UL-B7	224,00	223,00	226,50	225,00	224,63	0,66	125,00	129,00	129,00	131,50	128,63	2,09	68,50	72,50	69,00	69,50	69,88	2,57		
UL-B8	221,00	224,00	228,50	225,00	224,63	1,38	126,00	129,00	130,00	129,00	128,50	1,35	72,00	70,00	71,00	66,00	69,75	3,77		
UL-B9	223,00	224,00	229,00	228,00	226,00	1,30	130,50	133,00	130,00	134,00	131,88	1,46	70,00	71,50	70,00	72,00	70,88	1,45		
UL-B10	220,00	221,00	223,50	226,00	222,63	1,21	128,00	127,00	129,00	129,00	128,25	0,75	69,50	72,50	70,50	72,00	71,13	1,94		
Promedio	L:		223,26				A:				129,43				H:				71,05	
Desviación estándar						1,60										2,22				
Coefficiente de Variación						0,72										3,12				

Dónde:

(L,A,H) 1 - 4 =

Medida de los cuatro lados de la pila de albañilería

(L,A,H)o =

Promedio de los cuatro lados de la pila de albañilería por cada espécimen

(L,A,H) =

Promedio de los cinco especímenes de las pilas

CV = Coeficiente de Variación

Tabla 28. Variabilidad dimensional del ladrillo de arcilla en Ladrillera C.

Ladrillera C	Longitud (mm)						Ancho (mm)					Altura (mm)							
	Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	CV (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	CV (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	CV (%)
UL-C1	228,60	228,00	228,00	228,20	228,20	228,20	0,12	135,00	133,50	135,20	138,00	135,43	1,39	70,00	71,00	75,00	75,00	72,75	3,62
UL-C2	290,00	230,00	231,00	228,00	244,75	244,75	12,34	134,00	136,00	135,50	137,00	135,63	0,92	70,00	73,00	67,00	70,30	70,08	3,50
UL-C3	234,00	231,00	229,00	231,30	231,33	231,33	0,89	135,50	136,00	136,60	136,60	136,18	0,39	73,70	70,50	75,20	73,50	73,23	2,69
UL-C4	228,20	229,70	228,80	225,00	227,93	227,93	0,90	136,50	133,50	142,00	137,00	137,25	2,57	69,00	71,50	74,60	69,00	71,03	3,74
UL-C5	223,20	225,00	225,50	218,50	223,05	223,05	1,43	134,00	130,00	135,00	135,00	133,50	1,78	75,00	71,30	72,50	70,30	72,28	2,80
UL-C6	228,00	232,00	232,00	230,00	230,50	230,50	0,83	134,50	132,50	138,00	135,50	135,13	1,69	70,00	71,00	74,00	72,00	71,75	2,38
UL-C7	227,70	229,50	230,00	229,50	229,18	229,18	0,44	134,00	132,50	136,00	135,00	134,38	1,11	75,50	72,00	74,00	72,50	73,50	2,15
UL-C8	222,60	221,50	223,50	223,50	222,78	222,78	0,43	135,00	133,50	133,00	135,70	134,30	0,94	72,00	73,00	73,00	73,00	72,75	0,69
UL-C9	230,50	229,50	231,00	230,00	230,25	230,25	0,28	133,00	135,00	135,00	136,50	134,88	1,06	72,50	73,30	73,50	71,00	72,58	1,56
UL-C10	230,00	229,20	228,50	230,00	229,43	229,43	0,32	133,70	131,50	134,50	134,50	133,55	1,06	68,00	72,50	72,50	71,00	71,00	2,99
Promedio	L:					229,74		A:				135,02		H:				72,09	
Desviación estándar						6,04							1,17						1,10
Coefficiente de Variación						2,63							0,86						1,53

Dónde:

(L,A,H) 1 - 4 = Medida de los cuatro lados de la pila de albañilería  
 (L,A,H)o = Promedio de los cuatro lados de la pila de albañilería por cada espécimen  
 (L,A,H) = Promedio de los cinco especímenes de las pilas

CV = Coeficiente de Variación

Tabla 29.- Variabilidad dimensional del ladrillo de arcilla en Ladrillera D.

Ladrillera D	Longitud (mm)						Ancho (mm)						Altura (mm)					
	Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho
UL-D1	225,00	227,40	228,00	227,00	226,85	0,57	135,80	133,00	135,50	136,00	135,08	1,04	71,00	73,40	71,50	74,00	72,48	2,00
UL-D2	229,00	225,50	224,00	227,50	226,50	0,97	135,50	133,50	135,50	136,00	135,13	0,82	70,00	70,00	71,50	72,00	70,88	1,45
UL-D3	230,50	231,50	232,00	228,00	230,50	0,77	135,00	133,00	135,00	134,00	134,25	0,71	71,30	72,00	73,00	68,50	71,20	2,71
UL-D4	230,00	226,50	231,50	230,00	229,50	0,92	141,00	135,00	135,00	133,00	136,00	2,55	74,50	72,00	70,50	72,50	72,38	2,28
UL-D5	231,00	228,00	231,00	231,50	230,38	0,69	135,70	135,00	140,00	136,50	136,80	1,62	76,00	73,00	73,00	73,50	73,88	1,94
UL-D6	226,50	227,50	233,50	231,00	229,63	1,40	136,00	134,00	139,00	140,00	137,25	2,01	69,00	63,50	66,50	69,00	67,00	3,90
UL-D7	230,50	231,00	235,00	230,00	231,63	0,99	133,00	132,00	135,00	135,00	133,75	1,12	72,50	66,40	72,00	71,00	70,48	3,96
UL-D8	228,00	228,00	229,50	226,00	227,88	0,63	134,80	136,00	136,00	136,00	135,70	0,44	73,50	72,00	71,00	74,50	72,75	2,14
UL-D9	231,00	230,50	227,00	221,00	227,38	2,03	133,00	135,50	134,50	137,70	135,18	1,46	71,50	72,80	69,50	74,00	71,95	2,68
UL-D10	225,00	226,00	228,00	230,00	227,25	0,98	137,00	134,00	135,00	137,00	135,75	1,10	74,00	74,50	74,00	75,00	74,38	0,64
Promedio	L:				228,75	A:				135,49	H:				71,74			
Desviación estándar					1,79					1,06					2,07			
Coefficiente de Variación					0,78					0,78					2,89			

Dónde:

(L,A,H) 1 - 4 = Medida de los cuatro lados de la pila de albañilería  
 (L,A,H)o = Promedio de los cuatro lados de la pila de albañilería por cada espécimen  
 (L,A,H) = Promedio de los cinco especímenes de las pilas

CV = Coeficiente de Variación

## 1.2. Cálculo del alabeo.

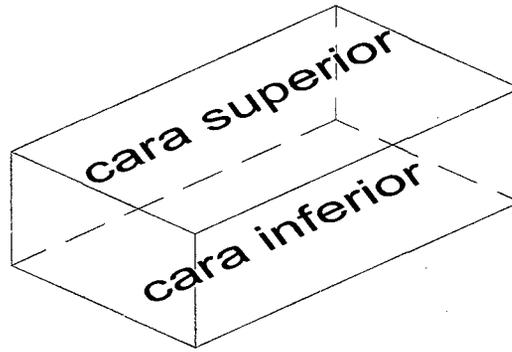


Figura 44. Unidad de ladrillo

Tabla 30.- Alabeo en ladrillos artesanales de arcilla.

Ladrillera	Especímenes	Cara Superior A		Cara Inferior B	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Ladrillera A	UL-A1	1,00	0,00	4,00	3,50
	UL-A2	2,30	2,00	6,00	3,50
	UL-A3	6,00	1,00	4,00	0,00
	UL-A4	2,50	0,00	2,50	0,00
	UL-A5	2,00	0,00	3,00	3,50
	Promedio	2,76	0,60	3,90	2,10
Ladrillera B	UL-B1	3,00	0,00	0,00	4,00
	UL-B2	1,70	0,00	1,70	1,70
	UL-B3	3,50	0,00	1,60	3,00
	UL-B4	2,90	1,60	1,60	0,00
	UL-B5	3,50	0,00	0,00	3,00
	Promedio	2,92	0,32	0,98	2,34
Ladrillera C	UL-C1	1,60	0,00	1,00	2,30
	UL-C2	2,00	1,00	3,00	1,70
	UL-C3	0,50	1,50	2,00	2,30
	UL-C4	1,10	0,00	3,20	2,50
	UL-C5	1,50	2,00	2,60	0,80
	Promedio	1,34	0,90	2,36	1,92
Ladrillera D	UL-D1	1,00	0,50	1,50	0,80
	UL-D2	0,00	2,30	1,20	0,70
	UL-D3	0,00	2,80	0,00	4,30
	UL-D4	2,20	2,00	4,00	5,00
	UL-D5	1,30	1,50	1,80	1,50
	Promedio	0,90	1,82	1,70	2,46

### 1.3. Cálculo de succión.

Tabla 31.- Succión en ladrillos artesanales de arcilla.

Ladrillera	Espécimen	Psec	Psuc	Dimensión de la unidad		Área	S (gr/200 cm <sup>2</sup> /mi n)
				A	L		
		gr	gr	mm	mm	cm <sup>2</sup>	
Ladrillera A	UL-A1	3'051,25	3'140,60	131,38	222,50	292,31	61,13
	UL-A2	2'954,55	3'115,50	134,03	226,88	304,07	105,86
	UL-A3	2'909,05	3'056,70	134,88	222,25	299,76	98,51
	UL-A4	2'978,25	3'090,10	133,25	226,50	301,81	74,12
	UL-A5	2'996,30	3'137,40	133,38	225,25	300,43	93,93
						S promedio	86,71
Ladrillera	Espécimen	Psec	Psuc	A	L	Área	S (gr/200 cm <sup>2</sup> /mi n)
Ladrillera B	UL-B1	2'842,65	2'930,70	128,50	222,10	285,40	61,70
	UL-B2	3'037,10	3'161,40	129,75	223,88	290,48	85,58
	UL-B3	2'847,35	2'945,80	128,38	221,38	284,19	69,28
	UL-B4	3'020,30	3'100,90	129,50	221,00	286,20	56,33
	UL-B5	2'944,75	3'026,80	129,75	222,50	288,69	56,84
						S promedio	65,95
Ladrillera	Espécimen	Psec	Psuc	A	L	Área	S (gr/200 cm <sup>2</sup> /mi n)
Ladrillera C	UL-C1	3'813,35	3'880,90	135,43	228,20	309,04	43,72
	UL-C2	3'697,90	3'777,00	135,63	244,75	331,94	47,66
	UL-C3	3'845,50	3'943,00	136,18	231,33	315,01	61,90
	UL-C4	3'740,00	3'803,50	137,25	227,93	312,83	40,60
	UL-C5	4'032,00	4'115,00	133,50	223,05	297,77	55,75
						S promedio	49,92
Ladrillera	Espécimen	Psec	Psuc	A	L	Área	S (gr/200 cm <sup>2</sup> /mi n)
Ladrillera D	UL-D1	3'840,35	3'963,40	135,08	226,85	306,42	80,32
	UL-D2	3'775,25	3'884,80	135,13	226,50	306,06	71,59
	UL-D3	3'777,80	3'884,40	134,25	230,50	309,45	68,90
	UL-D4	3'668,85	3'779,70	136,00	229,50	312,12	71,03
	UL-D5	3'789,25	3'850,60	136,80	230,38	315,15	38,93
						S promedio	66,15

#### 1.4. Cálculo de absorción.

Tabla 32.- Absorción en ladrillos artesanales de arcilla.

Ladrillera	Espécimen	Peso seco 1 (mg)	Peso seco 2 (mg)	Prom de peso	Peso Saturado (mg)	A %
Ladrillera A	UL-A1	3'051,30	3'051,20	3'051,25	3'640,40	19,31%
	UL-A2	2'954,80	2'954,30	2'954,55	3'607,10	22,09%
	UL-A3	2'909,10	2'909,00	2'909,05	3'544,10	21,83%
	UL-A4	2'978,30	2'978,20	2'978,25	3'605,70	21,07%
	UL-A5	2'996,30	2'996,30	2'996,30	3'618,70	20,77%
A Promedio						21,01%
Desviación Estándar						1,09%
Coeficiente de variación						5,21%
Ladrillera	Espécimen	Peso seco 1 (mg)	Peso seco 2 (mg)	Prom de peso	Peso Saturado	A %
Ladrillera B	UL-B1	2'842,60	2'842,70	2'842,65	3'422,70	20,41%
	UL-B2	3'037,10	3'037,10	3'037,10	3'658,70	20,47%
	UL-B3	2'847,40	2'847,30	2'847,35	3'421,80	20,17%
	UL-B4	3'020,30	3'020,30	3'020,30	3'611,10	19,56%
	UL-B5	2'944,70	2'944,80	2'944,75	3'521,50	19,59%
A Promedio						20,04%
Desviación Estándar						0,44%
Coeficiente de variación						2,19%
Ladrillera	Espécimen	Peso seco 1 (mg)	Peso seco 2 (mg)	Prom de peso	Peso Saturado	A %
Ladrillera C	UL-C1	3'813,40	3'813,30	3'813,35	4'344,00	13,92%
	UL-C2	3'697,90	3'697,90	3'697,90	4'202,00	13,63%
	UL-C3	3'845,50	3'845,50	3'845,50	4'371,00	13,67%
	UL-C4	3'740,00	3'740,00	3'740,00	4'229,00	13,07%
	UL-C5	4'032,00	4'032,00	4'032,00	4'523,00	12,18%
A Promedio						13,29%
Desviación Estándar						0,70%
Coeficiente de variación						5,23%
Ladrillera	Espécimen	Peso seco 1 (mg)	Peso seco 2 (mg)	Prom de peso	Peso Saturado	A %
Ladrillera D	UL-D1	3'840,40	3'840,30	3'840,35	4'414,00	14,94%
	UL-D2	3'775,20	3'775,30	3'775,25	4'340,00	14,96%
	UL-D3	3'777,80	3'777,80	3'777,80	4'366,00	15,57%
	UL-D4	3'668,80	3'668,90	3'668,85	4'241,00	15,59%
	UL-D5	3'789,30	3'789,20	3'789,25	4'325,00	14,14%
A Promedio						15,04%
Desviación Estándar						0,60%
Coeficiente de variación						3,96%

# **Anexo B**

## **Aplicación de la hipótesis estadística**

Comprobando la hipótesis estadística a través de la distribución t Student (con un nivel de significancia  $\alpha = 5\%$ ) usando el programa Minitab que corresponde a los ensayos como unidad de ladrillo:

**a) Ensayo a Absorción.**

Los datos fueron tomados de la tabla 32, para comparar con la norma E 0,70 del RNE.

Ho = Absorción de la ladrillera A  $\leq 22\%$

Ha = Absorción de la ladrillera A  $> 22\%$

**Hipótesis Estadística 1, para la ladrillera A**

Absorción = 21,01%

Tabla 33.- Comprobación de hipótesis estadístico 1, según Minitab.

N	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	Límite inferior de 95%	T	P
5	21,014	1,094	0,489	19,971	-2,01	0,943

El P valor es mayor que 0,05, por lo tanto no se rechaza la Ho y no se acepta la Ha.

**Hipótesis Estadística 2, para la ladrillera B.**

Absorción = 20,04%

Tabla 34.- Comprobación de hipótesis estadístico 2, según Minitab.

N	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	Límite inferior de 95%	T	P
5	20,04	0,439	0,196	19,621	-9,98	1,00

El P valor es mayor que 0,05, por lo tanto no se rechaza la Ho y no se acepta la Ha.

### b) Ensayo a compresión axial como unidad de ladrillo.

Los datos fueron tomados de la tabla 11, para comparar con la norma E 0,70 del RNE de la tabla 4.

Planteo de la hipótesis nula y alternativa.

$$H_0 = f'_b \geq 55 \text{ kg/cm}^2$$

$$H_a = f'_b < 55 \text{ kg/cm}^2$$

#### Hipótesis Estadística N° 3, para la ladrillera A.

$$f'_{b \text{ promedio}} = 49,10 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 35.- Comprobación de hipótesis estadístico 3, según Minitab.

N	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
8	49,10	11,72	4,14	56,95	-1,42	0,099

En la tabla 35, se interpreta como el P valúe es 0,099 mayor a 0,05, indica la probabilidad al 9,9% de no se rechace  $H_0$ , es decir por lo menos existe el 9,9% de las 8 muestras que es mayor o igual a 55 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto la  $H_0$  no se rechaza.

El Coeficiente de variación resulta =  $(11,72/49,10) \cdot 100 = 23,87 \%$  difiere de la media, que representa 1/4 parte de dispersión, se interpreta que los datos son poco confiable.

#### Hipótesis Estadística N° 4, para la ladrillera B.

$$f'_{b \text{ promedio}} = 68,07 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 36.- Comprobación de hipótesis estadístico 4, según Minitab.

N	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
8	68,07	9,36	3,31	74,34	3,95	0,997

Según la tabla 36, se interpreta como el P valúe es 0,997 mayor a 0,05, indica la probabilidad al 99,7 % de no se rechace Ho, es decir por lo menos existe el 99,7 % de las 8 muestras que es mayor o igual a 55 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto la Ho no se rechaza.

El Coeficiente de variación es igual a  $(9,36/68,07)*100 = 13,76 \%$  que difiere de la media, que representa 1/7 parte de dispersión, se interpreta que los datos es aceptable.

### Hipótesis Estadística 5, para la ladrillera C.

$$f'_{b \text{ promedio}} = 67,93 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 37.- Comprobación de hipótesis estadístico 5, según Minitab.

N	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
8	67,93	12,40	4,38	76,24	2,95	0,989

Según la tabla 37, se interpreta como el P valúe es 0,989 mayor a 0,05, indica la probabilidad al 98,9 % de no se rechace Ho, es decir por lo menos existe el 98,9 % de las 8 muestras que es mayor o igual a 55 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto la Ho no se rechaza.

El Coeficiente de variación es igual a  $(12,40/67,93)*100 = 18,25 \%$  que difiere de la media, que representa 1/5 parte de dispersión, se interpreta que los datos son aceptable.

### Hipótesis Estadística 6, para la ladrillera D.

$$f'_{b \text{ promedio}} = 71,37 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 38.- Comprobación de hipótesis estadístico 6, según Minitab.

N	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
8	71,37	15,13	5,35	81,51	3,06	0,991

Según la tabla 38, se interpreta como el P valúe es 0,991 mayor a 0,05, indica la probabilidad al 99,1 % de no se rechace Ho, es decir por lo menos

existe el 99,1 % de las 8 muestras que es mayor o igual a 55 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto la Ho no se rechaza.

El Coeficiente de variación es igual a  $(15,13/71,37)*100 = 21,20$  % que difiere de la media, que representa 1/5 parte de dispersión, se interpreta que los datos es aceptable.

### c) Ensayo a compresión axial del Mortero a 28 días.

Los datos fueron tomados de la tabla 11, para comparar con la norma E 0,70 del RNE de la tabla 4.

Planteo de la hipótesis nula y alternativa.

$$H_0 = f'_b \geq 140 \text{ kg/cm}^2$$

$$H_a = f'_b < 140 \text{ kg/cm}^2$$

### Hipótesis Estadística 7.

Tabla 39.- Comprobación de hipótesis estadístico 7, según Minitab.

N	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
8	196,65	24,12	9,85	216,49	5,75	0,999

Según la tabla 39, se interpreta como el P valúe es 0,999 mayor a 0,05, indica la probabilidad al 99,9 % de no se rechace Ho, es decir por lo menos existe el 99,9 % de las 6 muestras que es mayor o igual a 140 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto la Ho no se rechaza.

El Coeficiente de variación es igual a  $(9,85/196,65)*100 = 5,01$  % que difiere de la media, que representa 1/20 parte de dispersión, se interpreta que los datos es precisa.

# **Anexo C**

Cálculo de la variabilidad  
dimensional en prismas de  
albañilería artesanal de arcilla

## 1. Cálculo de la variabilidad dimensional en prismas de albañilería artesanal de arcilla

Tabla 40. Variabilidad dimensional en prismas de albañilería para 2 hiladas de la ladrillera A.

Junta 1.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-A1	228,00	222,00	224,00	224,00	224,50	1,12	131,00	131,00	133,00	132,00	131,75	0,73	157,00	155,00	155,00	153,00	155,00	1,05
2HP-A2	224,00	220,00	230,00	230,00	226,00	2,17	131,00	129,00	135,00	136,00	132,75	2,49	146,00	146,00	152,00	154,00	149,50	2,76
2HP-A3	224,00	226,00	227,00	227,00	226,00	0,63	131,00	130,00	134,00	134,00	132,25	1,56	151,00	149,00	151,50	153,00	151,13	1,09
2HP-A4	226,00	223,00	228,00	229,00	226,50	1,17	130,00	132,00	134,00	132,00	132,00	1,24	153,00	154,00	155,00	157,00	154,75	1,10
2HP-A5	227,00	225,00	228,00	228,00	227,00	0,62	131,00	131,00	135,00	134,00	132,75	1,55	149,00	152,00	153,00	153,00	151,75	1,25
L:					226,00		A:					132,30	H:					152,43
Coeficiente de Variación					0,41							0,34						1,56
Junta 1.5 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-A1	224,00	224,00	223,00	224,00	223,75	0,22	133,00	134,50	129,00	132,00	132,13	1,76	159,00	160,00	160,00	159,00	159,50	0,36
2HP-A2	221,00	221,00	224,00	225,00	222,75	0,93	134,00	136,00	130,00	129,00	132,25	2,50	155,00	159,00	159,00	159,00	158,00	1,27
2HP-A3	226,00	225,00	223,00	222,00	224,00	0,82	136,00	137,00	129,00	135,00	134,25	2,68	154,00	161,00	162,00	158,00	158,75	2,26
2HP-A4	225,00	226,00	224,00	222,00	224,25	0,76	134,00	135,00	131,00	134,00	133,50	1,30	155,00	160,00	161,00	158,00	158,50	1,67
2HP-A5	221,00	222,00	225,00	223,00	222,75	0,77	135,00	134,00	131,00	133,00	133,25	1,28	157,00	161,00	160,00	159,00	159,25	1,07
L:					223,50		A:					133,08	H:					158,80
Coeficiente de Variación					0,32							0,67						0,38
Junta 2.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-A1	224,00	222,00	223,00	229,00	224,50	1,38	128,00	132,00	134,00	136,00	132,50	2,58	162,00	164,50	165,00	169,00	165,13	1,75
2HP-A2	223,00	224,00	222,00	226,00	223,75	0,76	133,00	133,00	130,50	131,50	132,00	0,93	171,00	166,00	167,00	169,00	168,25	1,32
2HP-A3	222,00	224,00	225,00	227,00	224,50	0,93	136,00	134,00	133,00	130,00	133,25	1,88	165,00	163,00	164,00	164,00	164,00	0,50
2HP-A4	223,00	222,00	223,00	228,00	224,00	1,21	132,00	133,00	131,00	132,00	132,00	0,62	169,00	165,00	165,00	168,00	166,75	1,24
2HP-A5	225,00	223,00	224,00	226,00	224,50	0,58	130,00	134,00	130,00	132,00	131,50	1,46	168,00	163,00	166,00	167,00	166,00	1,30
L:					224,25		A:					132,25	H:					166,03
Coeficiente de Variación					0,16							0,50						0,97

Dónde:

- (L,A,H) 1 - 4 = Medida de los cuatro lados de la pila de albañilería  
(L,A,H)o = Promedio de los cuatro lados de la pila de albañilería por cada espécimen  
(L,A,H) = Promedio de los cinco especímenes de las pilas

CV = Coeficiente de Variación

Tabla 41. Variabilidad dimensional en prismas de albañilería para 3 hiladas de la ladrillera A.

Junta 1.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)						Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)	
3HP-A1	224,00	226,00	223,00	225,00	224,50	0,58	130,00	132,00	135,00	133,00	132,50	1,57	237,00	241,00	233,50	231,00	235,63	1,84	
3HP-A2	222,00	221,00	230,00	228,00	225,25	1,96	129,00	129,00	137,00	136,00	132,75	3,28	237,50	241,50	240,00	243,00	240,50	0,98	
3HP-A3	223,00	225,00	228,00	226,00	225,50	0,92	130,50	131,00	134,00	135,00	132,63	1,67	237,00	240,00	238,00	240,00	238,75	0,63	
3HP-A4	222,00	223,00	230,00	225,00	225,00	1,58	129,00	131,00	135,00	135,00	132,50	2,26	236,00	240,00	237,00	235,00	237,00	0,91	
3HP-A5	224,00	222,00	225,00	227,00	224,50	0,93	130,00	132,00	136,00	134,00	133,00	1,94	235,00	241,00	238,00	240,00	238,50	1,11	
	L:				224,95		A:				132,68		H:				238,08		
Coeficiente de Variación					0,20							0,16							0,78
Junta 1.5 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)						Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)	
3HP-A1	225,00	224,50	228,00	232,00	227,38	1,52	129,00	132,00	137,00	138,00	134,00	3,17	244,00	240,00	249,00	249,00	245,50	1,78	
3HP-A2	227,00	225,00	225,50	224,00	225,38	0,55	132,00	133,00	133,00	134,00	133,00	0,61	250,00	245,00	250,00	248,00	248,25	0,95	
3HP-A3	226,00	226,00	226,00	228,00	226,50	0,44	130,00	131,00	135,00	135,00	132,75	1,98	248,00	242,00	250,00	247,00	246,75	1,38	
3HP-A4	226,00	226,00	227,00	223,00	225,50	0,77	131,00	132,00	134,00	134,00	132,75	1,13	247,00	245,00	247,00	248,00	246,75	0,51	
3HP-A5	225,00	224,00	226,00	230,00	226,25	1,16	130,00	132,00	136,00	138,00	134,00	2,72	245,00	243,00	248,00	249,00	246,25	1,12	
	L:				226,20		A:				133,30		H:				246,70		
Coeficiente de Variación					0,36							0,49							0,41
Junta 2.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)						Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)	
3HP-A1	224,00	221,50	221,00	226,00	223,13	1,04	131,00	132,50	132,00	129,00	131,13	1,18	253,00	250,00	256,00	246,00	251,25	1,70	
3HP-A2	226,50	226,00	228,00	225,00	226,38	0,55	130,00	131,00	135,00	133,00	132,25	1,68	262,50	260,00	250,00	251,00	255,88	2,46	
3HP-A3	226,00	224,00	227,00	226,00	225,75	0,56	130,00	130,00	134,00	130,00	131,00	1,53	260,00	255,00	250,00	250,00	253,75	1,89	
3HP-A4	225,00	222,00	227,00	224,00	224,50	0,93	132,00	131,00	134,00	129,00	131,50	1,58	259,00	256,00	255,00	248,00	254,50	1,83	
3HP-A5	225,00	221,00	226,00	225,00	224,25	0,99	131,00	132,00	133,00	130,00	131,50	0,98	258,00	260,00	252,00	249,00	254,75	2,01	
	L:				224,80		A:				131,48		H:				254,03		
Coeficiente de Variación					0,57							0,37							0,68

Dónde:

- (L,A,H) 1 - 4 = Medida de los cuatro lados de la pila de albañilería  
 (L,A,H)o = Promedio de los cuatro lados de la pila de albañilería por cada espécimen  
 (L,A,H) = Promedio de los cinco especímenes de las pilas

CV = Coeficiente de Variación

Tabla 42. Variabilidad dimensional en prismas de albañilería para 4 hiladas de la ladrillera A.

Junta 1.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)						Altura (mm)					
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
4HP-A1	225,50	229,00	228,50	225,00	227,00	0,90	135,00	130,50	135,50	133,00	133,50	1,70	319,00	320,00	329,50	325,00	323,38	1,50
4HP-A2	223,50	223,00	230,00	227,00	225,88	1,45	134,00	134,00	133,00	133,50	133,63	0,36	325,00	320,00	323,00	322,00	322,50	0,65
4HP-A3	222,00	222,50	224,50	221,00	222,50	0,66	132,00	131,00	131,00	130,50	131,13	0,48	326,50	324,00	315,00	326,00	322,88	1,66
4HP-A4	224,00	225,00	234,00	232,00	228,75	2,18	133,50	133,00	134,50	135,00	134,00	0,68	326,00	322,00	322,00	312,50	320,63	1,79
4HP-A5	220,50	222,40	221,00	222,50	221,60	0,45	133,20	131,50	129,50	129,00	130,80	1,48	312,00	320,00	325,00	318,50	318,88	1,68
L:					225,15	A:					132,61	H:					321,65	
Coeficiente de Variación					1,34						1,15						0,58	
Junta 1.5 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)						Altura (mm)					
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
4HP-A1	228,00	228,00	225,00	223,00	226,00	1,08	143,00	133,50	132,00	132,00	135,13	3,92	333,00	329,00	333,00	332,50	331,88	0,58
4HP-A2	228,50	226,00	222,00	218,00	223,63	2,06	136,00	136,00	131,50	128,00	132,88	2,92	335,00	332,50	334,00	335,00	334,13	0,35
4HP-A3	224,00	224,50	221,00	222,00	222,88	0,74	134,00	133,00	131,50	127,00	131,38	2,35	333,50	335,50	335,00	336,00	335,00	0,32
4HP-A4	226,00	227,00	223,00	223,00	224,75	0,92	140,00	135,00	131,00	130,00	134,00	3,39	332,00	333,00	334,00	335,00	333,50	0,39
4HP-A5	228,00	226,00	225,00	220,00	224,75	1,51	138,00	134,00	132,00	129,00	133,25	2,83	334,00	334,00	333,00	334,00	333,75	0,15
L:					224,40	A:					133,33	H:					333,65	
Coeficiente de Variación					0,53						1,04						0,34	
Junta 2.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)						Altura (mm)					
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
4HP-A1	222,00	223,00	226,00	222,00	223,25	0,85	131,50	133,00	131,00	131,00	131,63	0,72	343,00	337,00	343,00	342,00	341,25	0,84
4HP-A2	227,00	225,00	222,00	226,00	225,00	0,96	136,50	134,00	131,00	131,00	133,13	2,00	342,00	346,00	341,00	340,00	342,25	0,77
4HP-A3	228,00	225,00	223,00	223,00	224,75	1,05	133,00	135,00	128,50	130,00	131,63	2,22	345,00	343,00	344,00	342,50	343,63	0,32
4HP-A4	225,00	224,00	224,00	225,00	224,50	0,26	134,00	133,00	130,00	131,00	132,00	1,38	342,00	339,00	344,00	340,00	341,25	0,65
4HP-A5	226,00	226,00	225,00	225,00	225,50	0,26	135,00	135,00	129,00	130,00	132,25	2,42	344,00	341,00	342,00	341,00	342,00	0,41
L:					224,60	A:					132,13	H:					342,08	
Coeficiente de Variación					0,37						0,47						0,28	

Dónde:

- (L,A,H) 1 - 4 = Medida de los cuatro lados de la pila de albañilería  
(L,A,H)o = Promedio de los cuatro lados de la pila de albañilería por cada espécimen  
(L,A,H) = Promedio de los cinco especímenes de las pilas

CV = Coeficiente de Variación

Tabla 43. Variabilidad dimensional en prismas de albañilería para 2 hiladas de la ladrillera B.

Junta 1.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)								
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)		
2HP-B1	223,00	226,00	224,00	223,00	224,00	0,63	130,00	133,00	130,00	131,00	131,00	1,08	153,50	142,00	154,00	151,00	150,13	3,71		
2HP-B2	225,00	230,00	224,00	224,00	225,75	1,27	130,00	132,00	132,00	131,00	131,25	0,73	145,00	145,00	152,00	148,00	147,50	2,25		
2HP-B3	224,00	228,00	223,00	225,00	225,00	0,96	131,00	131,00	130,00	132,00	131,00	0,62	151,00	146,00	150,00	149,00	149,00	1,45		
2HP-B4	223,00	229,00	222,00	223,00	224,25	1,43	132,00	130,00	129,00	133,00	131,00	1,39	152,00	146,00	154,00	150,00	150,50	2,27		
2HP-B5	225,00	228,00	225,00	224,00	225,50	0,77	128,00	132,00	131,00	132,00	130,75	1,45	150,00	148,00	151,00	150,00	149,75	0,84		
	L:				224,90		A:				131,00		H:				149,38			
	Coeficiente de Variación					0,34							0,13							0,79
Junta 1.5 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)								
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)		
2HP-B1	227,00	226,00	220,00	220,00	223,25	1,69	135,00	135,00	132,00	132,00	133,50	1,30	150,00	153,00	150,00	150,00	150,75	1,00		
2HP-B2	222,50	221,00	227,00	223,00	223,38	1,15	134,00	133,00	135,00	131,00	133,25	1,28	156,00	157,00	157,00	155,00	156,25	0,61		
2HP-B3	224,00	222,00	225,00	221,00	223,00	0,82	132,00	135,00	133,00	130,00	132,50	1,57	153,00	155,00	154,00	155,00	154,25	0,62		
2HP-B4	225,00	225,00	223,00	221,00	223,50	0,86	132,00	135,00	135,00	132,00	133,50	1,30	153,00	156,00	152,00	153,00	153,50	1,13		
2HP-B5	223,00	225,00	224,00	222,00	223,50	0,58	130,00	134,00	133,00	130,00	131,75	1,56	152,00	154,00	155,00	150,00	152,75	1,45		
	L:				223,33		A:				132,90		H:				153,50			
	Coeficiente de Variación					0,09							0,57							1,31
Junta 2.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)								
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)		
2HP-B1	221,00	223,00	224,00	223,00	222,75	0,56	132,00	134,00	130,00	129,00	131,25	1,69	159,00	161,00	160,00	157,00	159,25	1,07		
2HP-B2	223,00	223,00	219,00	222,00	221,75	0,85	132,00	133,00	128,00	130,00	130,75	1,70	171,00	158,00	162,00	162,00	163,25	3,37		
2HP-B3	222,00	222,00	223,00	220,00	221,75	0,57	133,00	135,00	130,00	128,00	131,50	2,36	163,00	164,00	163,00	160,00	162,50	1,07		
2HP-B4	221,00	223,00	219,00	222,00	221,25	0,77	134,00	132,00	130,00	129,00	131,25	1,69	167,00	169,00	161,00	157,00	163,50	3,37		
2HP-B5	223,00	222,00	224,00	221,00	222,50	0,58	132,00	133,00	128,00	129,50	130,63	1,75	165,00	168,00	162,00	160,00	163,75	2,14		
	L:				222,00		A:				131,08		H:				162,45			
	Coeficiente de Variación					0,28							0,28							1,14

Dónde:

(L,A,H) 1 - 4 = Medida de los cuatro lados de la pila de albañilería  
 (L,A,H)o = Promedio de los cuatro lados de la pila de albañilería por cada espécimen  
 (L,A,H) = Promedio de los cinco especímenes de las pilas

CV = Coeficiente de Variación

Tabla 44.- Variabilidad dimensional en prismas de albañilería para 3 hiladas de la ladrillera B.

Junta 1.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-B1	224,00	224,00	221,00	222,00	222,75	0,67	130,00	128,00	128,00	130,00	129,00	0,90	231,00	229,00	236,00	234,00	232,50	1,34
2HP-B2	223,00	223,00	226,00	225,00	224,25	0,67	127,00	131,00	134,00	131,00	130,75	2,20	231,00	227,00	230,00	231,00	229,75	0,82
2HP-B3	223,00	224,00	225,00	225,00	224,25	0,43	128,00	130,00	129,00	130,00	129,25	0,74	230,00	230,00	235,00	233,00	232,00	1,06
2HP-B4	224,00	221,00	225,00	223,00	223,25	0,76	128,00	131,00	129,00	131,00	129,75	1,16	229,00	228,00	234,00	232,00	230,75	1,19
2HP-B5	221,00	222,00	224,00	223,00	222,50	0,58	129,00	128,00	130,00	129,00	129,00	0,63	232,00	228,00	233,00	232,00	231,25	0,96
L:					223,40		A:					129,55	H:					231,25
Coeficiente de Variación					0,37							0,57						0,46
Junta 1.5 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-B1	220,00	220,00	221,00	224,00	221,25	0,86	132,00	129,00	128,00	127,00	129,00	1,67	232,00	236,00	237,00	235,00	235,00	0,92
2HP-B2	227,00	225,00	222,00	218,00	223,00	1,76	130,00	133,00	130,00	131,00	131,00	1,08	235,00	231,00	230,00	237,00	233,25	1,42
2HP-B3	225,00	222,00	220,00	223,00	222,50	0,94	130,00	130,00	130,00	128,00	129,50	0,77	231,00	235,00	236,00	234,00	234,00	0,92
2HP-B4	223,00	223,00	221,00	220,00	221,75	0,68	131,00	131,00	128,00	130,00	130,00	1,09	233,00	231,00	237,00	235,00	234,00	1,10
2HP-B5	224,00	221,00	220,00	224,00	222,25	0,93	132,00	129,00	129,00	127,00	129,25	1,60	234,00	235,00	233,00	234,00	234,00	0,35
L:					222,15		A:					129,75	H:					234,05
Coeficiente de Variación					0,30							0,61						0,27
Junta 2.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-B1	223,50	224,00	228,00	228,00	225,88	1,09	128,00	129,00	132,00	133,00	130,50	1,82	250,00	248,00	251,00	250,00	249,75	0,50
2HP-B2	224,00	224,00	221,00	224,00	223,25	0,67	131,00	131,00	130,00	130,00	130,50	0,44	249,00	249,00	254,00	253,00	251,25	1,05
2HP-B3	223,00	225,00	222,00	228,00	224,50	1,18	129,00	130,00	129,00	131,00	129,75	0,74	250,00	250,00	253,00	251,00	251,00	0,56
2HP-B4	224,00	223,00	226,00	227,00	225,00	0,81	130,00	128,00	131,00	132,00	130,25	1,31	248,00	250,00	252,00	253,00	250,75	0,88
2HP-B5	223,00	224,00	227,00	225,00	224,75	0,76	131,00	130,00	130,00	133,00	131,00	1,08	249,00	249,00	252,00	250,00	250,00	0,57
L:					224,68		A:					130,40	H:					250,55
Coeficiente de Variación (CV)					0,42							0,35						0,26

Dónde:

- (L,A,H) 1 - 4 = Medida de los cuatro lados de la pila de albañilería  
 (L,A,H)o = Promedio de los cuatro lados de la pila de albañilería por cada espécimen  
 (L,A,H) = Promedio de los cinco especímenes de las pilas

CV = Coeficiente de Variación

Tabla 45. Variabilidad dimensional en prismas de albañilería para 4 hiladas de la ladrillera B.

Junta 1.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)						Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)	
2HP-B1	222,00	220,00	225,00	224,00	222,75	1,00	128,00	128,00	132,00	129,00	129,25	1,46	311,00	312,00	315,00	314,00	313,00	0,58	
2HP-B2	221,00	217,50	223,00	217,00	219,63	1,31	126,00	128,00	130,00	129,50	128,38	1,40	309,00	309,00	308,50	309,00	308,88	0,08	
2HP-B3	220,00	216,00	223,00	221,00	220,00	1,34	126,00	127,00	129,00	130,00	128,00	1,43	306,00	311,00	319,00	320,00	314,00	2,13	
2HP-B4	221,00	218,00	224,00	222,00	221,25	1,13	127,00	128,00	130,00	130,00	128,75	1,17	310,00	311,00	310,00	315,00	311,50	0,76	
2HP-B5	220,00	219,00	224,00	223,00	221,50	1,07	128,00	129,00	131,00	129,00	129,25	0,97	310,00	310,00	315,00	314,00	312,25	0,84	
L:					221,03	A:						128,73	H:						311,93
Coeficiente de Variación (CV)					0,57							0,43							0,62
Junta 1.5 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)						Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)	
2HP-B1	224,00	224,00	226,00	225,00	224,75	0,43	132,00	130,00	131,00	128,50	130,38	1,15	315,50	320,00	323,00	325,00	320,88	1,29	
2HP-B2	220,00	222,00	220,00	221,00	220,75	0,43	126,00	128,00	131,00	131,00	129,00	1,90	317,00	323,00	324,00	327,00	322,75	1,30	
2HP-B3	226,00	225,00	221,00	221,00	223,25	1,18	129,00	130,00	129,00	129,00	129,25	0,39	327,00	321,00	324,00	322,00	323,50	0,82	
2HP-B4	223,00	223,00	225,00	223,00	223,50	0,45	131,00	130,00	129,00	130,00	130,00	0,63	322,00	325,00	324,00	326,00	324,25	0,53	
2HP-B5	220,00	224,00	222,00	221,00	221,75	0,77	130,00	129,00	130,00	130,00	129,75	0,39	320,00	320,00	322,00	325,00	321,75	0,73	
L:					222,80	A:						129,68	H:						322,63
Coeficiente de Variación (CV)					0,70							0,43							0,42
Junta 2.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)						Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)	
2HP-B1	223,50	225,00	219,00	223,00	222,63	1,15	132,00	131,00	130,00	131,50	131,13	0,65	339,00	345,00	347,00	339,00	342,50	1,20	
2HP-B2	224,00	225,00	224,00	220,00	223,25	0,99	129,00	132,00	133,00	134,00	132,00	1,64	330,00	337,00	338,00	337,00	335,50	1,10	
2HP-B3	224,00	225,50	220,00	221,00	222,63	1,15	132,00	132,00	130,00	129,00	130,75	1,15	340,00	340,00	336,00	333,00	337,25	1,01	
2HP-B4	224,00	226,00	220,00	221,00	222,75	1,24	131,00	131,00	131,00	132,00	131,25	0,38	335,00	340,00	343,00	338,00	339,00	0,99	
2HP-B5	225,00	225,00	222,00	222,00	223,50	0,77	129,00	130,00	129,00	133,00	130,25	1,45	338,00	342,00	337,00	335,00	338,00	0,87	
L:					222,95	A:						131,08	H:						338,45
Coeficiente de Variación (CV)					0,18							0,49							0,77

Dónde:

(L,A,H) 1 - 4 = Medida de los cuatro lados de la pila de albañilería  
 (L,A,H)o = Promedio de los cuatro lados de la pila de albañilería por cada espécimen  
 (L,A,H) = Promedio de los cinco especímenes de las pilas

CV = Coeficiente de Variación

Tabla 46.- Variabilidad dimensional en prismas de albañilería para 2 hiladas de la ladrillera C.

Junta 1.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-C1	225,00	233,00	227,00	228,00	228,25	1,49	134,00	138,00	136,00	135,00	135,75	1,26	154,00	157,00	156,00	158,00	156,25	1,09
2HP-C2	233,00	229,00	226,00	232,00	230,00	1,37	137,00	134,00	136,00	138,00	136,25	1,25	157,00	154,00	153,00	154,00	154,50	1,12
2HP-C3	231,00	228,00	234,00	229,00	230,50	1,15	136,00	133,00	135,00	137,00	135,25	1,26	151,00	150,00	151,00	152,00	151,00	0,54
2HP-C4	230,00	226,00	228,00	231,00	228,75	0,97	135,00	136,00	137,00	136,00	136,00	0,60	152,00	153,00	152,00	155,00	153,00	0,92
2HP-C5	228,00	231,00	231,00	230,00	230,00	0,61	136,00	135,00	136,00	137,00	136,00	0,60	154,00	153,00	154,00	153,00	153,50	0,38
L:					229,50		A:					135,85	H:					153,65
Coeficiente de Variación (CV)					0,41							0,28						1,26
Junta 1.5 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-C1	229,00	228,00	234,00	228,00	229,75	1,25	138,00	132,00	137,00	137,00	136,00	1,99	151,00	157,00	154,00	157,00	154,75	1,86
2HP-C2	229,00	235,00	228,00	236,00	232,00	1,76	138,00	135,00	138,00	136,00	136,75	1,10	154,00	154,00	156,00	158,00	155,50	1,23
2HP-C3	234,00	235,00	234,00	234,00	234,25	0,21	136,00	141,00	134,00	138,00	137,25	2,18	157,00	159,00	158,00	157,00	157,75	0,61
2HP-C4	230,00	233,00	232,00	233,00	232,00	0,61	136,00	140,00	133,00	138,00	136,75	2,18	153,00	155,00	158,00	156,00	155,50	1,34
2HP-C5	232,00	233,00	230,00	229,00	231,00	0,79	137,00	138,00	137,00	137,00	137,25	0,36	155,00	158,00	157,00	156,00	156,50	0,82
L:					231,80		A:					136,80	H:					156,00
Coeficiente de Variación (CV)					0,71							0,37						0,74
Junta 2.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-C1	233,00	229,00	234,00	228,00	231,00	1,27	138,00	136,00	137,00	134,00	136,25	1,25	163,00	162,00	161,00	161,00	161,75	0,59
2HP-C2	231,00	228,00	229,00	228,00	229,00	0,62	138,00	134,00	133,00	134,00	134,75	1,65	160,00	161,00	162,00	162,00	161,25	0,59
2HP-C3	232,00	228,00	229,00	231,00	230,00	0,79	138,00	135,00	137,00	133,00	135,75	1,63	159,00	158,00	158,00	159,00	158,50	0,36
2HP-C4	233,00	229,00	231,00	230,00	230,75	0,74	137,00	134,00	134,00	133,00	134,50	1,29	160,00	160,00	161,00	160,00	160,25	0,31
2HP-C5	231,00	230,00	232,00	232,00	231,25	0,41	138,00	135,00	136,00	134,00	135,75	1,26	159,00	161,00	159,00	161,00	160,00	0,72
L:					230,40		A:					135,40	H:					160,35
Coeficiente de Variación (CV)					0,40							0,55						0,78

Dónde:

(L,A,H) 1 - 4 = Medida de los cuatro lados de la pila de albañilería  
 (L,A,H)o = Promedio de los cuatro lados de la pila de albañilería por cada espécimen  
 (L,A,H) = Promedio de los cinco especímenes de las pilas

CV = Coeficiente de Variación

Tabla 47. Variabilidad dimensional en prismas de albañilería para 3 hiladas de la ladrillera C.

Junta 1.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)						Altura (mm)					
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-C1	233,00	232,00	231,00	234,00	232,50	0,56	137,00	136,00	136,00	134,00	135,75	0,93	251,00	253,00	250,00	258,00	253,00	1,41
2HP-C2	234,00	232,50	237,00	235,00	234,63	0,80	134,00	134,00	140,00	137,00	136,25	2,11	248,00	255,00	255,00	253,00	252,75	1,31
2HP-C3	234,00	232,00	235,00	235,00	234,00	0,60	135,00	135,00	138,00	136,00	136,00	1,04	251,00	250,00	252,00	254,00	251,75	0,68
2HP-C4	235,00	233,00	234,00	234,00	234,00	0,35	136,00	136,00	138,00	136,00	136,50	0,73	250,00	253,00	250,00	256,00	252,25	1,14
2HP-C5	233,00	231,00	233,00	233,00	232,50	0,43	134,00	135,00	139,00	135,00	135,75	1,63	249,00	250,00	251,00	255,00	251,25	1,05
L:					233,53		A:					136,05	H:					252,20
Coeficiente de Variación (CV)					0,42							0,24						0,28
Junta 1.5 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)						Altura (mm)					
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-C1	228,00	230,00	233,00	233,00	231,00	1,06	132,00	134,00	137,00	136,00	134,75	1,65	250,00	245,00	241,00	241,00	244,25	1,75
2HP-C2	230,00	239,50	228,00	228,00	231,38	2,38	134,00	134,00	135,00	136,00	134,75	0,71	247,00	250,00	244,00	243,00	246,00	1,29
2HP-C3	229,00	235,00	232,00	228,00	231,00	1,37	133,00	135,00	136,00	135,00	134,75	0,93	248,00	250,00	246,00	244,00	247,00	1,05
2HP-C4	229,00	231,00	231,00	230,00	230,25	0,42	134,00	134,00	136,00	134,00	134,50	0,74	249,00	248,00	244,00	242,00	245,75	1,34
2HP-C5	230,00	232,00	230,00	231,00	230,75	0,41	131,00	133,00	135,00	137,00	134,00	1,93	248,00	247,00	245,00	243,00	245,75	0,90
L:					230,88		A:					134,55	H:					245,75
Coeficiente de Variación (CV)					0,18							0,24						0,40
Junta 2.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)						Altura (mm)					
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-C1	230,00	231,00	233,00	234,00	232,00	0,79	135,00	136,00	136,00	136,00	135,75	0,37	234,00	232,00	235,00	237,00	234,50	0,89
2HP-C2	229,00	229,00	233,00	230,00	230,25	0,82	131,00	134,00	135,00	134,00	133,50	1,30	236,00	239,00	229,00	229,00	233,25	2,17
2HP-C3	230,00	231,00	232,00	230,00	230,75	0,41	134,00	135,00	136,00	134,00	134,75	0,71	234,00	239,00	232,00	235,00	235,00	1,25
2HP-C4	231,00	231,00	234,00	232,00	232,00	0,61	134,00	134,00	134,00	136,00	134,50	0,74	235,00	237,00	233,00	234,00	234,75	0,73
2HP-C5	229,00	230,00	233,00	232,00	231,00	0,79	132,00	135,00	135,00	135,00	134,25	1,12	236,00	234,00	230,00	233,00	233,25	1,07
L:					231,20		A:					134,55	H:					234,15
Coeficiente de Variación (CV)					0,34							0,61						0,36

Dónde:

- (L,A,H) 1 - 4 = Medida de los cuatro lados de la pila de albañilería  
 (L,A,H)o = Promedio de los cuatro lados de la pila de albañilería por cada espécimen  
 (L,A,H) = Promedio de los cinco especímenes de las pilas.

CV = Coeficiente de Variación

Tabla 48.- Variabilidad dimensional en prismas de albañilería para 4 hiladas de la ladrillera C.

Junta 1.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-C1	232,00	230,00	229,00	229,50	230,13	0,57	133,00	134,00	132,00	133,00	133,00	0,61	318,00	316,00	317,00	317,00	317,00	0,26
2HP-C2	229,00	227,50	229,00	233,00	229,63	1,03	136,00	137,00	136,00	138,50	136,88	0,86	332,50	319,50	318,00	322,00	323,00	2,03
2HP-C3	228,50	228,00	229,00	229,00	228,63	0,21	133,00	132,00	135,00	136,00	134,00	1,36	315,00	316,00	310,00	317,00	314,50	0,99
2HP-C4	230,00	229,00	228,00	230,00	229,25	0,42	135,00	135,00	136,00	137,00	135,75	0,71	322,00	320,00	315,00	320,00	319,25	0,94
2HP-C5	232,00	228,00	228,50	231,00	229,88	0,84	134,50	136,00	134,00	136,00	135,13	0,76	328,00	322,00	320,00	319,00	322,25	1,25
L:					229,50	A:					134,95	H:					319,20	
Coeficiente de Variación (CV)					0,26						1,12						1,12	
Junta 1.5 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-C1	224,00	227,50	225,00	226,00	225,63	0,66	132,00	132,00	140,00	135,50	134,88	2,81	329,00	334,00	330,00	328,00	330,25	0,80
2HP-C2	229,50	229,00	230,00	230,00	229,63	0,21	133,00	133,00	134,00	132,00	133,00	0,61	326,00	325,00	330,00	322,50	325,88	0,96
2HP-C3	229,00	228,00	231,00	227,00	228,75	0,75	134,00	131,00	139,00	135,00	134,75	2,45	326,00	327,00	327,00	328,50	327,13	0,32
2HP-C4	225,00	228,00	230,00	228,00	227,75	0,91	133,00	131,00	138,00	136,00	134,50	2,31	328,00	330,00	329,00	328,00	328,75	0,29
2HP-C5	230,00	227,00	231,00	229,00	229,25	0,74	132,50	133,00	136,00	132,00	133,38	1,35	327,00	329,00	330,00	325,00	327,75	0,68
L:					228,20	A:					134,10	H:					327,95	
Coeficiente de Variación (CV)					0,70						0,64						0,50	
Junta 2.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)						
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-C1	231,00	233,50	226,00	231,00	230,38	1,37	132,00	136,00	132,00	133,00	133,25	1,42	349,00	347,00	339,50	339,00	343,63	1,49
2HP-C2	233,00	233,00	227,00	228,00	230,25	1,39	138,00	137,00	134,00	135,00	136,00	1,34	339,00	346,00	341,50	340,00	341,63	0,91
2HP-C3	229,00	229,00	230,00	228,00	229,00	0,36	134,00	135,00	134,50	135,00	134,63	0,36	332,00	337,00	336,00	338,00	335,75	0,78
2HP-C4	230,00	232,00	228,00	229,00	229,75	0,74	136,00	137,00	133,00	134,00	135,00	1,35	345,00	342,00	340,00	340,00	341,75	0,69
2HP-C5	231,00	233,00	230,00	229,00	230,75	0,74	137,00	136,00	132,00	136,00	135,25	1,64	340,00	345,00	339,00	338,00	340,50	0,91
L:					230,03	A:					134,83	H:					340,65	
Coeficiente de Variación (CV)					0,29						0,75						0,87	

Dónde:

- (L,A,H) 1 - 4 = Medida de los cuatro lados de la pila de albañilería  
 (L,A,H)o = Promedio de los cuatro lados de la pila de albañilería por cada espécimen  
 (L,A,H) = Promedio de los cinco especímenes de las pilas.

CV = Coeficiente de Variación

Tabla 49.- Variabilidad dimensional en prismas de albañilería para 2 hiladas de la ladrillera D.

Junta 1.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)						Altura (mm)					
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-D1	232,00	230,00	229,00	229,00	230,00	0,61	137,00	136,00	133,00	133,00	134,75	1,53	156,00	161,00	163,00	157,00	159,25	2,07
2HP-D2	231,00	231,00	231,50	233,00	231,63	0,41	138,00	139,00	137,00	136,00	137,50	0,94	165,00	162,00	159,00	163,00	162,25	1,54
2HP-D3	230,00	231,00	232,00	229,00	230,50	0,56	136,00	138,00	135,00	136,00	136,25	0,92	161,00	163,00	160,00	162,00	161,50	0,80
2HP-D4	231,00	230,00	229,00	231,00	230,25	0,42	138,00	137,00	136,00	134,00	136,25	1,25	162,00	161,00	160,00	159,00	160,50	0,80
2HP-D5	230,00	232,00	229,00	231,00	230,50	0,56	137,00	138,00	134,00	137,00	136,50	1,27	163,00	158,00	161,00	162,00	161,00	1,34
L:					230,58	A:					136,25	H:					160,90	
Coeficiente de Variación (CV)					0,27						0,72						0,70	
Junta 1.5 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)						Altura (mm)					
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-D1	231,50	230,00	233,00	231,00	231,38	0,54	138,00	137,00	136,00	135,00	136,50	0,95	163,00	163,00	164,00	160,00	162,50	1,07
2HP-D2	233,00	231,00	229,00	227,00	230,00	1,12	136,00	137,00	136,00	135,00	136,00	0,60	161,00	160,00	159,00	159,00	159,75	0,60
2HP-D3	232,00	230,00	232,00	231,00	231,25	0,41	137,00	138,00	134,00	135,00	136,00	1,34	163,00	161,00	163,00	162,00	162,25	0,59
2HP-D4	231,00	231,00	230,00	228,00	230,00	0,61	136,00	138,00	135,00	134,00	135,75	1,26	162,00	160,00	162,00	160,00	161,00	0,72
2HP-D5	230,00	232,00	231,00	230,00	230,75	0,41	138,00	135,00	134,00	134,00	135,25	1,40	161,00	163,00	159,00	161,00	161,00	1,01
L:					230,68	A:					135,90	H:					161,30	
Coeficiente de Variación (CV)					0,29						0,33						0,69	
Junta 2.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)						Altura (mm)					
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-D1	232,00	232,00	230,00	231,00	231,25	0,41	138,00	138,00	135,00	135,00	136,50	1,27	160,00	165,00	159,00	168,00	163,00	2,60
2HP-D2	238,00	231,00	234,00	230,00	233,25	1,54	136,00	138,00	136,00	136,00	136,50	0,73	160,00	158,00	160,00	164,00	160,50	1,57
2HP-D3	235,00	230,00	233,00	230,00	232,00	1,06	139,00	138,00	135,00	135,00	136,75	1,51	162,00	163,00	161,00	166,00	163,00	1,33
2HP-D4	234,00	231,00	232,00	231,00	232,00	0,61	137,00	137,00	135,00	134,00	135,75	1,10	161,00	162,00	160,00	164,00	161,75	1,06
2HP-D5	236,00	230,00	230,00	232,00	232,00	1,22	138,00	139,00	134,00	136,00	136,75	1,62	160,00	163,00	162,00	166,00	162,75	1,54
L:					232,10	A:					136,45	H:					162,20	
Coeficiente de Variación (CV)					0,31						0,30						0,67	

Dónde:

- (L,A,H) 1 - 4 = Medida de los cuatro lados de la pila de albañilería  
 (L,A,H)o = Promedio de los cuatro lados de la pila de albañilería por cada espécimen  
 (L,A,H) = Promedio de los cinco especímenes de las pilas

CV = Coeficiente de Variación

Tabla 50.- Variabilidad dimensional en prismas de albañilería para 3 hiladas de la ladrillera D.

Junta 1.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)						Altura (mm)					
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-D1	233,00	231,00	229,00	231,00	231,00	0,71	133,00	135,00	138,00	137,00	135,75	1,63	224,00	229,00	239,00	243,00	233,75	3,75
2HP-D2	231,00	231,00	230,00	230,00	230,50	0,25	137,00	134,00	133,00	137,00	135,25	1,52	234,00	240,00	237,00	241,00	238,00	1,33
2HP-D3	230,00	228,00	233,00	232,00	230,75	0,96	136,00	135,00	137,00	134,00	135,50	0,95	230,00	235,00	238,00	236,00	234,75	1,45
2HP-D4	229,00	230,00	230,00	229,00	229,50	0,25	133,00	137,00	135,00	135,00	135,00	1,21	228,00	235,00	236,00	238,00	234,25	1,86
2HP-D5	233,00	230,00	228,00	230,00	230,25	0,90	135,00	133,00	138,00	137,00	135,75	1,63	235,00	239,00	238,00	236,00	237,00	0,77
L:					230,40	A:					135,45	H:					235,55	
Coeficiente de Variación (CV)					0,25						0,24						0,78	
Junta 1.5 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)						Altura (mm)					
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-D1	229,00	230,50	226,00	227,00	228,13	0,88	136,00	135,00	135,00	136,00	135,50	0,43	242,00	241,50	242,50	241,50	241,88	0,20
2HP-D2	232,50	234,00	230,00	229,00	231,38	0,99	138,00	135,50	135,00	135,00	135,88	1,06	235,00	243,00	241,00	241,00	240,00	1,44
2HP-D3	230,00	228,50	232,00	235,00	231,38	1,21	134,00	134,00	135,00	137,00	135,00	1,05	240,00	241,50	237,00	245,00	240,88	1,38
2HP-D4	230,00	226,00	229,00	234,00	229,75	1,44	135,00	133,00	134,00	136,00	134,50	0,96	241,00	242,00	241,00	243,00	241,75	0,40
2HP-D5	228,00	227,00	234,00	232,00	230,25	1,43	137,00	134,50	136,00	150,00	139,38	5,14	238,00	240,00	240,00	242,00	240,00	0,68
L:					230,18	A:					136,05	H:					240,90	
Coeficiente de Variación (CV)					0,59						1,42						0,38	
Junta 2.0 cm		Longitud (mm)					Ancho (mm)						Altura (mm)					
Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-D1	232,00	232,00	233,00	234,00	232,75	0,41	135,00	136,00	133,00	135,00	134,75	0,93	256,00	257,00	255,00	256,00	256,00	0,32
2HP-D2	230,50	230,00	230,00	233,00	230,88	0,62	135,50	135,00	135,00	135,00	135,13	0,19	256,00	258,00	258,00	260,00	258,00	0,63
2HP-D3	232,00	230,00	229,00	228,00	229,75	0,74	136,00	136,00	138,00	136,00	136,50	0,73	251,00	253,00	253,00	255,00	253,00	0,65
2HP-D4	231,00	230,00	231,00	229,00	230,25	0,42	135,00	136,00	137,00	135,00	135,75	0,71	253,00	255,00	257,00	260,00	256,25	1,17
2HP-D5	230,00	229,00	233,00	231,00	230,75	0,74	136,00	138,00	136,00	135,00	136,25	0,92	254,00	256,00	258,00	258,00	256,50	0,75
L:					230,88	A:					135,68	H:					255,95	
Coeficiente de Variación (CV)					0,49						0,54						0,71	

Dónde:

- (L,A,H) 1 - 4 = Medida de los cuatro lados de la pila de albañilería  
 (L,A,H)o = Promedio de los cuatro lados de la pila de albañilería por cada espécimen  
 (L,A,H) = Promedio de los cinco especímenes de las pilas

CV = Coeficiente de Variación

Tabla 51. Variabilidad dimensional en prismas de albañilería para 4 hiladas de la ladrillera D.

Junta 1.0 cm																		
Especímen	Longitud (mm)						Ancho (mm)						Altura (mm)					
	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-D1	230,00	229,00	227,00	226,00	228,00	0,80	133,00	135,00	133,00	135,00	134,00	0,86	325,00	326,00	321,00	324,00	324,00	0,67
2HP-D2	230,00	230,00	232,00	234,00	231,50	0,83	133,00	134,00	135,00	136,00	134,50	0,96	320,00	314,00	319,00	314,00	316,75	1,01
2HP-D3	227,00	228,50	225,00	229,00	227,38	0,79	133,00	135,00	134,00	136,00	134,50	0,96	313,00	312,00	313,00	317,00	313,75	0,71
2HP-D4	228,00	229,00	228,00	230,00	228,75	0,42	134,00	133,50	132,50	135,00	133,75	0,78	316,00	320,00	318,00	321,00	318,75	0,70
2HP-D5	228,00	230,00	229,00	227,00	228,50	0,56	134,00	135,00	133,00	136,00	134,50	0,96	322,00	316,00	317,00	322,00	319,25	1,00
L:					228,83		A:					134,25		H:				318,50
Coeficiente de Variación (CV)					0,69							0,26						1,18
Junta 1.5 cm																		
Especímen	Longitud (mm)						Ancho (mm)						Altura (mm)					
	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-D1	233,00	232,00	229,00	229,00	230,75	0,89	133,50	134,00	137,00	136,00	135,13	1,22	326,00	324,00	319,00	322,00	322,75	0,93
2HP-D2	231,00	230,50	232,00	230,50	231,00	0,31	134,00	133,50	135,00	136,00	134,63	0,82	334,00	334,00	339,00	338,00	336,25	0,78
2HP-D3	230,00	228,50	231,00	231,00	230,13	0,51	133,00	134,00	137,00	135,50	134,88	1,30	335,00	337,50	337,00	331,00	335,13	0,88
2HP-D4	230,00	229,00	230,00	231,00	230,00	0,35	133,00	134,50	136,00	135,00	134,63	0,93	328,00	330,00	332,00	331,00	330,25	0,52
2HP-D5	232,00	232,00	230,00	229,00	230,75	0,65	135,00	133,00	136,00	134,00	134,50	0,96	332,00	330,00	335,00	337,00	333,50	0,93
L:					230,53		A:					134,75		H:				331,58
Coeficiente de Variación (CV)					0,19							0,19						1,64
Junta 2.0 cm																		
Especímen	Longitud (mm)						Ancho (mm)						Altura (mm)					
	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
2HP-D1	231,00	232,00	230,00	229,00	230,50	0,56	134,00	135,00	134,00	135,00	134,50	0,43	342,00	345,00	332,00	333,00	338,00	1,92
2HP-D2	233,00	233,50	234,00	228,00	232,13	1,20	138,00	137,00	136,00	135,00	136,50	0,95	344,00	343,00	341,00	340,00	342,00	0,53
2HP-D3	229,00	230,50	230,00	230,00	229,88	0,27	134,00	137,00	135,00	137,00	135,75	1,10	332,00	339,00	339,00	342,00	338,00	1,26
2HP-D4	230,00	231,00	232,00	229,00	230,50	0,56	135,00	136,00	134,00	135,00	135,00	0,60	340,00	342,00	337,00	339,00	339,50	0,61
2HP-D5	232,00	231,00	230,00	228,00	230,25	0,74	137,00	134,00	136,00	135,00	135,50	0,95	335,00	338,00	340,00	341,00	338,50	0,78
L:					230,65		A:					135,45		H:				339,20
Coeficiente de Variación (CV)					0,37							0,56						0,50

Dónde:

- (L,A,H) 1 - 4 = Medida de los cuatro lados de la pila de albañilería  
(L,A,H)o = Promedio de los cuatro lados de la pila de albañilería por cada espécimen  
(L,A,H) = Promedio de los cinco especímenes de las pilas.

CV = Coeficiente de Variación

# **Anexo D**

**Cálculo de la Resistencia a  
compresión axial en prismas**

Cálculo de la Resistencia a compresión axial por cada hilada, por junta y para cada ladrillera.

Tabla 52.- Resistencia a compresión axial para 2, 3 y 4 hiladas, con juntas de 1 cm en la Ladrillera A.

Hiladas	Dimensiones de las pilas (mm)			AREA cm <sup>2</sup>	Esbeltez h/t	Carga máxima soportada por los prismas (KN) P (KN)	f' m (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Altura (h)	longitud (l)	Ancho (t)				
Junta 1,0 cm	155,00	224,50	131,75	295,78	1,18	64,94	22,39
	149,50	226,00	132,75	300,02	1,13	69,84	23,74
2 Hiladas	151,13	226,00	132,25	298,89	1,14	71,17	24,28
	154,75	226,50	132,00	298,98	1,17	80,07	27,31
	151,75	227,00	132,75	301,34	1,14	120,10	40,64
Promedio	152,43	226,00	132,30	299,00	1,15		27,67
<b>Desviación Estándar</b>							7,47
<b>f' m promedio - <math>\sigma</math></b>							20,20
3 Hiladas	235,63	224,50	132,50	297,46	1,78	73,40	25,16
	240,50	225,25	132,75	299,02	1,81	70,28	23,97
	238,75	225,50	132,63	299,07	1,80	68,95	23,51
	237,00	225,00	132,50	298,13	1,79	112,99	38,65
	238,50	224,50	133,00	298,59	1,79	108,98	37,22
Promedio	238,08	224,95	132,68	298,45	1,79		29,70
<b>Desviación Estándar =</b>							7,56
<b>f' m promedio - <math>\sigma</math></b>							22,14
4 Hiladas	323,38	227,00	133,50	303,05	2,42	88,97	29,94
	322,50	225,88	133,63	301,83	2,41	80,07	27,05
	322,88	222,50	131,13	291,75	2,46	93,41	32,65
	320,63	228,75	134,00	306,53	2,39	77,84	25,90
	318,88	221,60	130,80	289,85	2,44	93,41	32,86
Promedio	321,65	225,15	132,61	298,60	2,43		29,68
<b>Desviación Estándar</b>							3,17
<b>f' m promedio - <math>\sigma</math></b>							26,51

Tabla 53.- Resistencia a compresión axial para 2, 3 y 4 hiladas, con juntas de 1,5 cm en la Ladrillera A.

Hiladas	Dimensiones de las pilas (mm)			AREA cm <sup>2</sup>	Esbeltez h/t	Carga máxima soportada por los prismas (KN) P (KN)	f' m (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Altura (h)	longitud (l)	Ancho (t)				
Junta 1,5 cm	159,50	223,75	132,13	295,63	1,21	66,72	23,02
	158,00	222,75	132,25	294,59	1,19	100,98	34,95
2 Hiladas	158,75	224,00	134,25	300,72	1,18	80,96	27,45
	158,50	224,25	133,50	299,37	1,19	82,29	28,03
	159,25	222,75	133,25	296,81	1,20	84,52	29,04
Promedio	158,80	223,50	133,08	297,42	1,19		28,50
<b>Desviación Estándar</b>							4,28
<b>f' m promedio - <math>\sigma</math></b>							24,22
3 Hiladas	245,50	227,38	134,00	304,68	1,83	100,09	33,50
	248,25	225,38	133,00	299,75	1,87	113,43	38,59
	246,75	226,50	132,75	300,68	1,86	85,41	28,96
	246,75	225,50	132,75	299,35	1,86	132,56	45,15
	246,25	226,25	134,00	303,18	1,84	97,86	32,92
Promedio	246,70	226,20	133,30	301,53	1,85		35,82
<b>Desviación Estándar</b>							6,24
<b>f' m promedio - <math>\sigma</math></b>							29,59
4 Hiladas	331,88	226,00	135,13	305,38	2,46	111,21	37,13
	334,13	223,63	132,88	297,14	2,51	108,09	37,09
	335,00	222,88	131,38	292,80	2,55	93,41	32,53
	333,50	224,75	134,00	301,17	2,49	94,30	31,93
	333,75	224,75	133,25	299,48	2,50	72,06	24,54
Promedio	333,65	224,40	133,33	299,19	2,50		32,65
<b>Desviación Estándar</b>							5,15
<b>f' m =</b>							27,49

Tabla 54.- Resistencia a compresión axial para 2, 3 y 4 hiladas, con juntas de 2,0 cm en la Ladrillera A.

Hiladas	Dimensiones de las pilas (mm)			AREA cm <sup>2</sup>	Esbeltez h/t	Carga máxima soportada por los prismas (KN)		
	Altura (h)	longitud (l)	Ancho (t)			Espécimen Carga (P)	f' m (Kg/cm <sup>2</sup> )	
Junta 2,0 cm	165,13	224,50	132,50	297,46	1,25	122,33	41,93	
	168,25	223,75	132,00	295,35	1,27	95,64	33,02	
2 Hiladas	164,00	224,50	133,25	299,15	1,23	97,86	33,36	
	166,75	224,00	132,00	295,68	1,26	82,29	28,38	
	166,00	224,50	131,50	295,22	1,26	123,22	42,56	
Promedio	166,03	224,25	132,25	296,57	1,26		35,85	
<b>Desviación Estándar</b>								6,17
<b>f'm =</b>								29,69
3 Hiladas	251,25	223,13	131,13	292,57	1,92	90,30	31,47	
	255,88	226,38	132,25	299,38	1,93	78,73	26,82	
	253,75	225,75	131,00	295,73	1,94	84,52	29,14	
	254,50	224,50	131,50	295,22	1,94	95,64	33,03	
	254,75	224,25	131,50	294,89	1,94	100,09	34,61	
Promedio	254,03	224,80	131,48	295,56	1,93		31,02	
<b>Desviación Estándar</b>								3,10
<b>f'm =</b>								27,92
4 Hiladas	341,25	223,25	131,63	293,85	2,59	75,62	26,24	
	342,25	225,00	133,13	299,53	2,57	100,98	34,38	
	343,63	224,75	131,63	295,83	2,61	80,96	27,91	
	341,25	224,50	132,00	296,34	2,59	82,29	28,32	
	342,00	225,50	132,25	298,22	2,59	84,52	28,90	
Promedio	342,08	224,60	132,13	296,76	2,59		29,15	
<b>Desviación Estándar</b>								3,09
<b>f'm =</b>								26,06

Tabla 55.- Resistencia a compresión axial para 2, 3 y 4 hiladas, con juntas de 1 cm en la Ladrillera B.

Hiladas	Dimensiones de las pilas (mm)			AREA cm <sup>2</sup>	Esbeltez h/t	Carga máxima soportada por los prismas (KN)		
	Junta 1,0 cm	Altura (h)	longitud (l)			Ancho (t)	Especimen	
						P1	Pprom	
2 Hiladas		150,13	224,00	131,00	293,44	1,15	97,86	34,01
		147,50	225,75	131,25	296,30	1,12	127,22	43,78
		149,00	225,00	131,00	294,75	1,14	106,76	36,93
		150,50	224,25	131,00	293,77	1,15	96,53	33,51
		149,75	225,50	130,75	294,84	1,15	86,74	30,00
Promedio	149,38	224,90	131,00	294,62	1,14		35,65	
<b>Desviación Estándar</b>								5,17
<b>f<sub>m</sub> =</b>								30,47
3 Hiladas		232,50	222,75	129,00	287,35	1,80	140,12	49,72
		229,75	224,25	130,75	293,21	1,76	108,98	37,90
		232,00	224,25	129,25	289,84	1,79	102,31	35,99
		230,75	223,25	129,75	289,67	1,78	91,19	32,10
		231,25	222,50	129,00	287,03	1,79	85,85	30,50
Promedio	231,25	223,40	129,55	289,42	1,79		37,24	
<b>Desviación Estándar</b>								7,58
<b>f<sub>m</sub> =</b>								29,67
4 Hiladas		313,00	222,75	129,25	287,90	2,42	102,31	36,24
		308,88	219,63	128,38	281,94	2,41	75,62	27,35
		314,00	220,00	128,00	281,60	2,45	102,75	37,21
		311,50	221,25	128,75	284,86	2,42	95,64	34,24
		312,25	221,50	129,25	286,29	2,42	86,74	30,90
Promedio	311,93	221,03	128,73	284,52	2,42		33,19	
<b>Desviación Estándar</b>								4,06
<b>f<sub>m</sub> =</b>								29,13

Tabla 56.- Resistencia a compresión axial para 2, 3 y 4 hiladas, con juntas de 1,5 cm en la Ladrillera B.

Hiladas	Dimensiones de las pilas (mm)			AREA cm <sup>2</sup>	Esbeltez h/t	Carga máxima soportada por los prismas (KN)		
	Junta 1,5 cm	Altura (h)	longitud (l)			Ancho (t)	Especimen	
						P1	Pprom	
2 Hiladas	150,75	223,25	133,50	298,04	1,13	139,23	47,64	
	156,25	223,38	133,25	297,65	1,17	103,20	35,36	
	154,25	223,00	132,50	295,48	1,16	107,65	37,15	
2 Hiladas	153,50	223,50	133,50	298,37	1,15	88,97	30,40	
	152,75	223,50	131,75	294,46	1,16	99,20	34,35	
	Promedio	153,50	223,33	132,90	296,80	1,16		36,98
<b>Desviación Estándar</b>								6,45
<b>f<sub>m</sub> =</b>								30,53
3 Hiladas	235,00	221,25	129,00	285,41	1,82	83,18	29,72	
	233,25	223,00	131,00	292,13	1,78	103,20	36,02	
	234,00	222,50	129,50	288,14	1,81	107,65	38,10	
	234,00	221,75	130,00	288,28	1,80	84,52	29,90	
	234,00	222,25	129,25	287,26	1,81	99,20	35,21	
Promedio	234,05	222,15	129,75	288,24	1,80		33,79	
<b>Desviación Estándar</b>								3,78
<b>f<sub>m</sub> =</b>								30,01
4 Hiladas	320,88	224,75	130,38	293,02	2,46	120,10	41,80	
	322,75	220,75	129,00	284,77	2,50	93,41	33,45	
	323,50	223,25	129,25	288,55	2,50	88,97	31,44	
	324,25	223,50	130,00	290,55	2,49	84,52	29,66	
	321,75	221,75	129,75	287,72	2,48	85,85	30,43	
Promedio	322,63	222,80	129,68	288,92	2,49		33,36	
<b>Desviación Estándar</b>								4,93
<b>f<sub>m</sub> =</b>								28,43

Tabla 57.- Resistencia a compresión axial para 2, 3 y 4 hiladas, con juntas de 2,0 cm en la Ladrillera B.

Hiladas	Dimensiones de las pilas (mm)			AREA cm <sup>2</sup>	Esbeltez h/t	Carga máxima soportada por los prismas (KN)		
	Junta 2,0 cm	Altura (h)	longitud (l)			Ancho (t)	P1	Pprom
2 Hiladas		159,25	222,75	131,25	292,36	1,21	108,98	38,01
		163,25	221,75	130,75	289,94	1,25	97,86	34,42
		162,50	221,75	131,50	291,60	1,24	88,97	31,11
		163,50	221,25	131,25	290,39	1,25	112,10	39,36
		163,75	222,50	130,63	290,64	1,25	97,86	34,33
Promedio	162,45	222,00	131,08	290,99	1,24		35,45	
<b>Desviación Estándar</b>								3,28
<b>f<sub>m</sub> =</b>								32,17
3 Hiladas		249,75	225,88	130,50	294,77	1,91	82,29	28,47
		251,25	223,25	130,50	291,34	1,93	114,32	40,01
		251,00	224,50	129,75	291,29	1,93	95,64	33,48
		250,75	225,00	130,25	293,06	1,93	102,31	35,60
		250,00	224,75	131,00	294,42	1,91	153,47	53,15
Promedio	250,55	224,68	130,40	292,98	1,92		38,14	
<b>Desviación Estándar</b>								9,36
<b>f<sub>m</sub> =</b>								28,78
4 Hiladas		342,50	222,63	131,13	291,92	2,61	100,98	35,27
		335,50	223,25	132,00	294,69	2,54	75,62	26,17
		337,25	222,63	130,75	291,08	2,58	96,08	33,66
		339,00	222,75	131,25	292,36	2,58	97,86	34,13
		338,00	223,50	130,25	291,11	2,60	133,45	46,75
Promedio	338,45	222,95	131,08	292,23	2,58		35,20	
<b>Desviación Estándar</b>								7,39
<b>f<sub>m</sub> =</b>								27,81

Tabla 58.- Resistencia a compresión axial para 2, 3 y 4 hiladas, con juntas de 1 cm en la Ladrillera C.

Hiladas	Dimensiones de las pilas (mm)			AREA cm <sup>2</sup>	Esbeltez h/t	Carga máxima soportada por los prismas (KN)		
	Junta 1,0 cm	Altura (h)	longitud (l)			Ancho (t)	P1	Pprom
		156,25	228,25	135,75	309,85	1,15	66,72	21,96
		154,50	230,00	136,25	313,38	1,13	102,31	33,29
2 Hiladas		151,00	230,50	135,25	311,75	1,12	104,53	34,19
		153,00	228,75	136,00	311,10	1,13	76,51	25,08
		153,50	230,00	136,00	312,80	1,13	83,18	27,12
Promedio		153,65	229,50	135,85	311,78	1,13		28,33
<b>Desviación Estándar</b>								5,28
<b>f<sub>m</sub> =</b>								23,05
3 Hiladas		253,00	232,50	135,75	315,62	1,86	112,10	36,22
		252,75	234,63	136,25	319,68	1,86	97,86	31,22
		251,75	234,00	136,00	318,24	1,85	80,07	25,66
		252,25	234,00	136,50	319,41	1,85	90,30	28,83
		251,25	232,50	135,75	315,62	1,85	68,95	22,28
Promedio		252,20	233,53	136,05	317,71	1,85		28,84
<b>Desviación Estándar</b>								5,32
<b>f<sub>m</sub> =</b>								23,52
4 Hiladas		317,00	230,13	133,00	306,07	2,38	110,32	36,75
		323,00	229,63	136,88	314,30	2,36	104,53	33,92
		314,50	228,63	134,00	306,36	2,35	103,64	34,50
		319,25	229,25	135,75	311,21	2,35	80,07	26,24
		322,25	229,88	135,13	310,62	2,38	93,41	30,67
Promedio		319,20	229,50	134,95	309,71	2,37		32,41
<b>Desviación Estándar</b>								4,08
<b>f<sub>m</sub> =</b>								28,33

Tabla 59.- Resistencia a compresión axial para 2, 3 y 4 hiladas, con juntas de 1,5 cm en la Ladrillera C.

Hiladas	Dimensiones de las pilas (mm)			AREA cm <sup>2</sup>	Esbeltez h/t	Carga máxima soportada por los prismas (KN)		
	Junta 1,5 cm	Altura (h)	longitud (l)			Ancho (t)	Espécimen	
						P1	Pprom	
Junta 1,5 cm		154,75	229,75	136,00	312,46	1,14	137,01	44,71
		155,50	232,00	136,75	317,26	1,14	91,63	29,45
2 Hiladas		157,75	234,25	137,25	321,51	1,15	100,09	31,74
		155,50	232,00	136,75	317,26	1,14	118,32	38,03
		156,50	231,00	137,25	317,05	1,14	83,18	26,75
Promedio	156,00	231,80	136,80	317,11	1,14		34,14	
<b>Desviación Estándar</b>								7,23
<b>f<sub>m</sub> =</b>								26,91
3 Hiladas		244,25	231,00	134,75	311,27	1,81	66,72	21,86
		246,00	231,38	134,75	311,78	1,83	75,62	24,73
		247,00	231,00	134,75	311,27	1,83	80,96	26,52
		245,75	230,25	134,50	309,69	1,83	66,72	21,97
		245,75	230,75	134,00	309,21	1,83	68,06	22,44
Promedio	245,75	230,88	134,55	310,64	1,83		23,51	
<b>Desviación Estándar</b>								2,05
<b>f<sub>m</sub> =</b>								21,46
4 Hiladas		330,25	225,63	134,88	304,31	2,45	91,19	30,56
		325,88	229,63	133,00	305,40	2,45	84,52	28,22
		327,13	228,75	134,75	308,24	2,43	120,10	39,73
		328,75	227,75	134,50	306,32	2,44	84,52	28,13
		327,75	229,25	133,38	305,76	2,46	122,33	40,80
Promedio	327,95	228,20	134,10	306,01	2,45		33,49	
<b>Desviación Estándar</b>								6,27
<b>f<sub>m</sub> =</b>								27,21

Tabla 60.- Resistencia a compresión axial para 2, 3 y 4 hiladas, con juntas de 2 cm en la Ladrillera C.

Hiladas	Dimensiones de las pilas (mm)			AREA cm2	Esbeltez h/t	Carga máxima soportada por los prismas (KN)		
	Junta 2,0 cm	Altura (h)	longitud (l)			Ancho (t)	Espécimen	
						P1	Pprom	
Junta 2,0 cm	161,75	231,00	136,25	314,74	1,19	133,45	43,24	
	161,25	229,00	134,75	308,58	1,20	134,34	44,39	
2 Hiladas	158,50	230,00	135,75	312,23	1,17	119,21	38,93	
	160,25	230,75	134,50	310,36	1,19	78,73	25,87	
	160,00	231,25	135,75	313,92	1,18	95,64	31,07	
Promedio	160,35	230,40	135,40	311,96	1,18		36,70	
<b>Desviación Estándar</b>								8,00
<b>f<sub>m</sub> =</b>								28,70
3 Hiladas	234,50	232,00	135,75	314,94	1,73	108,09	35,00	
	233,25	230,25	133,50	307,38	1,75	97,86	32,46	
	235,00	230,75	134,75	310,94	1,74	90,30	29,61	
	234,75	232,00	134,50	312,04	1,75	80,07	26,17	
	233,25	231,00	134,25	310,12	1,74	80,07	26,33	
Promedio	234,15	231,20	134,55	311,08	1,74		29,91	
<b>Desviación Estándar</b>								3,85
<b>f<sub>m</sub> =</b>								26,06
4 Hiladas	343,63	230,38	133,25	306,97	2,58	106,76	35,46	
	341,63	230,25	136,00	313,14	2,51	92,08	29,98	
	335,75	229,00	134,63	308,29	2,49	115,65	38,25	
	341,75	229,75	135,00	310,16	2,53	68,95	22,67	
	340,50	230,75	135,25	312,09	2,52	89,85	29,36	
Promedio	340,65	230,03	134,83	310,13	2,53		31,15	
<b>Desviación Estándar</b>								6,03
<b>f<sub>m</sub> =</b>								25,11

Tabla 61.- Resistencia a compresión axial para 2, 3 y 4 hiladas, con juntas de 1 cm en la Ladrillera D.

Hiladas	Dimensiones de las pilas (mm)			AREA cm <sup>2</sup>	Esbeltez h/t	Carga máxima soportada por los prismas (KN)		
	Junta 1,0 cm	Altura (h)	longitud (l)			Ancho (t)	Espécimen	
						P1	Pprom	
2 Hiladas		159,25	230,00	134,75	309,93	1,18	93,41	30,73
		162,25	231,63	137,50	318,48	1,18	82,29	26,35
		161,50	230,50	136,25	314,06	1,19	80,96	26,29
		160,50	230,25	136,25	313,72	1,18	121,88	39,62
		161,00	230,50	136,50	314,63	1,18	120,10	38,93
Promedio	160,90	230,58	136,25	314,16	1,18		32,38	
<b>Desviación Estándar</b>								6,55
<b>f'm =</b>								25,84
3 Hiladas		233,75	231,00	135,75	313,58	1,72	93,41	30,38
		238,00	230,50	135,25	311,75	1,76	100,09	32,74
		234,75	230,75	135,50	312,67	1,73	68,95	22,49
		234,25	229,50	135,00	309,83	1,74	88,97	29,28
		237,00	230,25	135,75	312,56	1,75	76,96	25,11
Promedio	235,55	230,40	135,45	312,08	1,74		28,00	
<b>Desviación Estándar</b>								4,14
<b>f'm =</b>								23,86
4 Hiladas		324,00	228,00	134,00	305,52	2,42	91,19	30,44
		316,75	231,50	134,50	311,37	2,36	86,74	28,41
		313,75	227,38	134,50	305,82	2,33	114,32	38,12
		318,75	228,75	133,75	305,95	2,38	115,65	38,55
		319,25	228,50	134,50	307,33	2,37	104,53	34,68
Promedio	318,50	228,83	134,25	307,20	2,37		34,04	
<b>Desviación Estándar</b>								4,53
<b>f'm =</b>								29,51

Tabla 62.- Resistencia a compresión axial para 2, 3 y 4 hiladas, con juntas de 1,5 cm en la Ladrillera D.

Hiladas	Dimensiones de las pilas (mm)			AREA cm <sup>2</sup>	Esbeltez h/t	Carga máxima soportada por los prismas (KN)		
	Junta 1,5 cm	Altura (h)	longitud (l)			Ancho (t)	P1	Pprom
Junta 1,5 cm		162,50	231,38	136,50	315,83	1,19	92,52	29,87
		159,75	230,00	136,00	312,80	1,17	126,78	41,33
2 Hiladas		162,25	231,25	136,00	314,50	1,19	137,90	44,71
		161,00	230,00	135,75	312,23	1,19	96,97	31,67
		161,00	230,75	135,25	312,09	1,19	104,53	34,16
Promedio	161,30	230,68	135,90	313,49	1,19		36,35	
<b>Desviación Estándar</b>								6,39
<b>f<sub>m</sub> =</b>								29,96
3 Hiladas		241,88	228,13	135,50	309,11	1,79	108,98	35,95
		240,00	231,38	135,88	314,38	1,77	95,64	31,02
		240,88	231,38	135,00	312,36	1,78	84,07	27,45
		241,75	229,75	134,50	309,01	1,80	106,76	35,23
		240,00	230,25	139,38	320,91	1,72	91,19	28,98
Promedio	240,90	230,18	136,05	313,15	1,77		31,72	
<b>Desviación Estándar</b>								3,76
<b>f<sub>m</sub> =</b>								27,97
4 Hiladas		322,75	230,75	135,13	311,80	2,39	96,53	31,57
		336,25	231,00	134,63	310,98	2,50	105,42	34,57
		335,13	230,13	134,88	310,38	2,48	76,51	25,14
		330,25	230,00	134,63	309,64	2,45	117,88	38,82
		333,50	230,75	134,50	310,36	2,48	124,55	40,92
Promedio	331,58	230,53	134,75	310,63	2,46		34,20	
<b>Desviación Estándar</b>								6,24
<b>f<sub>m</sub> =</b>								27,96

Tabla 63.- Resistencia a compresión axial para 2, 3 y 4 hiladas, con juntas de 2,0 cm en la Ladrillera D.

Hiladas	Dimensiones de las pilas (mm)			AREA cm <sup>2</sup>	Esbeltez h/t	Carga máxima soportada por los prismas (KN)		
	Junta 2,0 cm	Altura (h)	longitud (l)			Ancho (t)	Especimen	
						P1	Pprom	
2 Hiladas		163,00	231,25	136,50	315,66	1,19	159,25	51,44
		160,50	233,25	136,50	318,39	1,18	126,78	40,60
		163,00	232,00	136,75	317,26	1,19	115,65	37,17
2 Hiladas		161,75	232,00	135,75	314,94	1,19	104,98	33,99
		162,75	232,00	136,75	317,26	1,19	149,02	47,90
Promedio		162,20	232,10	136,45	316,70	1,19		42,22
<b>Desviación Estándar</b>								7,30
<b>f<sub>m</sub> =</b>								34,92
3 Hiladas		256,00	232,75	134,75	313,63	1,90	100,09	32,54
		258,00	230,88	135,13	311,97	1,91	68,95	22,54
		253,00	229,75	136,50	313,61	1,85	77,84	25,31
		256,25	230,25	135,75	312,56	1,89	104,53	34,10
		256,50	230,75	136,25	314,40	1,88	86,74	28,13
Promedio		255,95	230,88	135,68	313,23	1,89		28,53
<b>Desviación Estándar</b>								4,84
<b>f<sub>m</sub> =</b>								23,69
4 Hiladas		338,00	230,50	134,50	310,02	2,51	85,41	28,09
		342,00	232,13	136,50	316,85	2,51	68,95	22,19
		338,00	229,88	135,75	312,06	2,49	77,84	25,44
		339,50	230,50	135,00	311,18	2,51	104,53	34,26
		338,50	230,25	135,50	311,99	2,50	86,74	28,35
Promedio		339,20	230,65	135,45	312,42	2,50		27,67
<b>Desviación Estándar</b>								4,45
<b>f<sub>m</sub> =</b>								23,22

# **Anexo E**

Determinar la curva de Ajuste para los coeficiente de corrección de  $f'm$

Determinar la curva de Ajuste para los coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez para cada serie y con su ecuación, con el programa IBM SPSS Statistics.

**a) Para Ladrillera A con junta de 2cm.**

Tabla 64.- Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros para ladrillera A con junta de 2cm

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	,996	449,786	1	2	0,00221	0,7189	0,0923		
Cuadrático	1,000	281860,262	2	1	0,00133	0,7704	0,0385	0,0127	
Cúbico	1,000	281860,262	2	1	0,00133	0,7704	0,0385	0,0127	0,000
Exponencial	,998	1120,089	1	2	0,00089	0,7369	0,1008		

Variable dependiente es Cce y la variable independiente es Esbeltez.

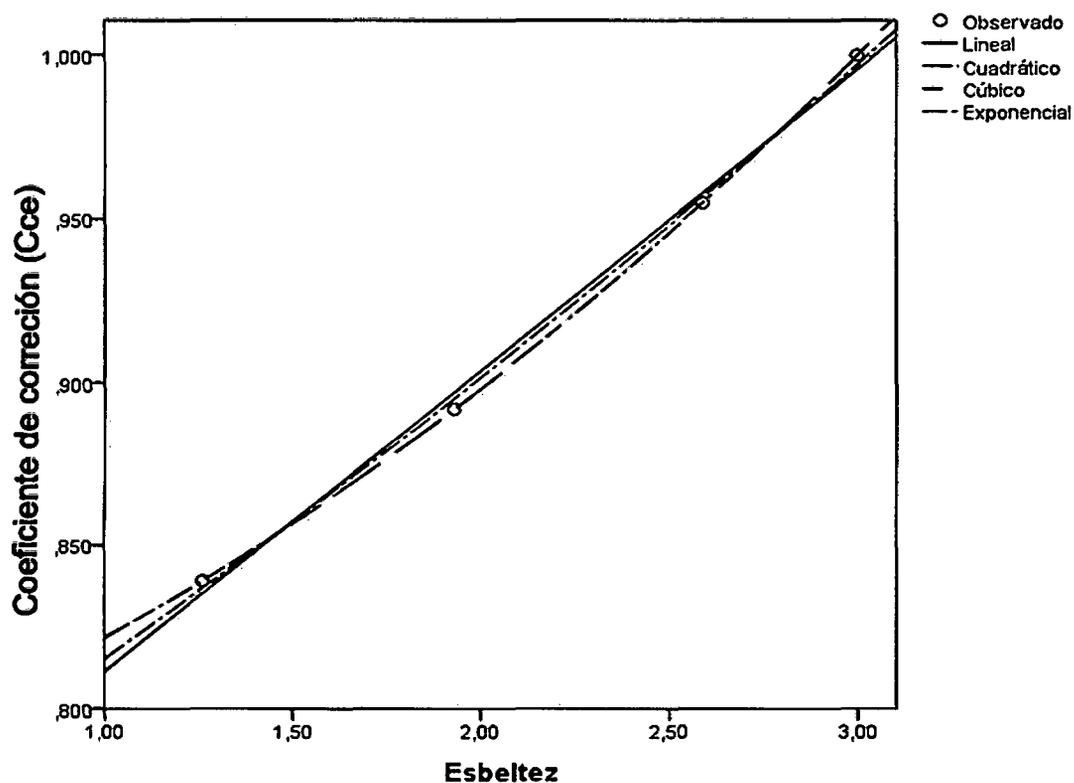


Figura 45. Curva de Ajuste para coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez para Ladrillera A con junta de 2cm.

**b) Para Ladrillera B con junta de 1cm.**

Tabla 65.- Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros para ladrillera B con junta de 1cm.

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	,995	366,576	1	2	,003	0,9053	0,0319		
Cuadrático	,999	474,446	2	1	,032	0,8908	0,0478	-0,0038	
Cúbico	,999	474,446	2	1	,032	0,8908	0,0478	-0,0038	0,0000
Exponencial	,993	292,304	1	2	,003	0,9072	0,0329		

Variable dependiente es Cce y la variable independiente es Esbeltez.

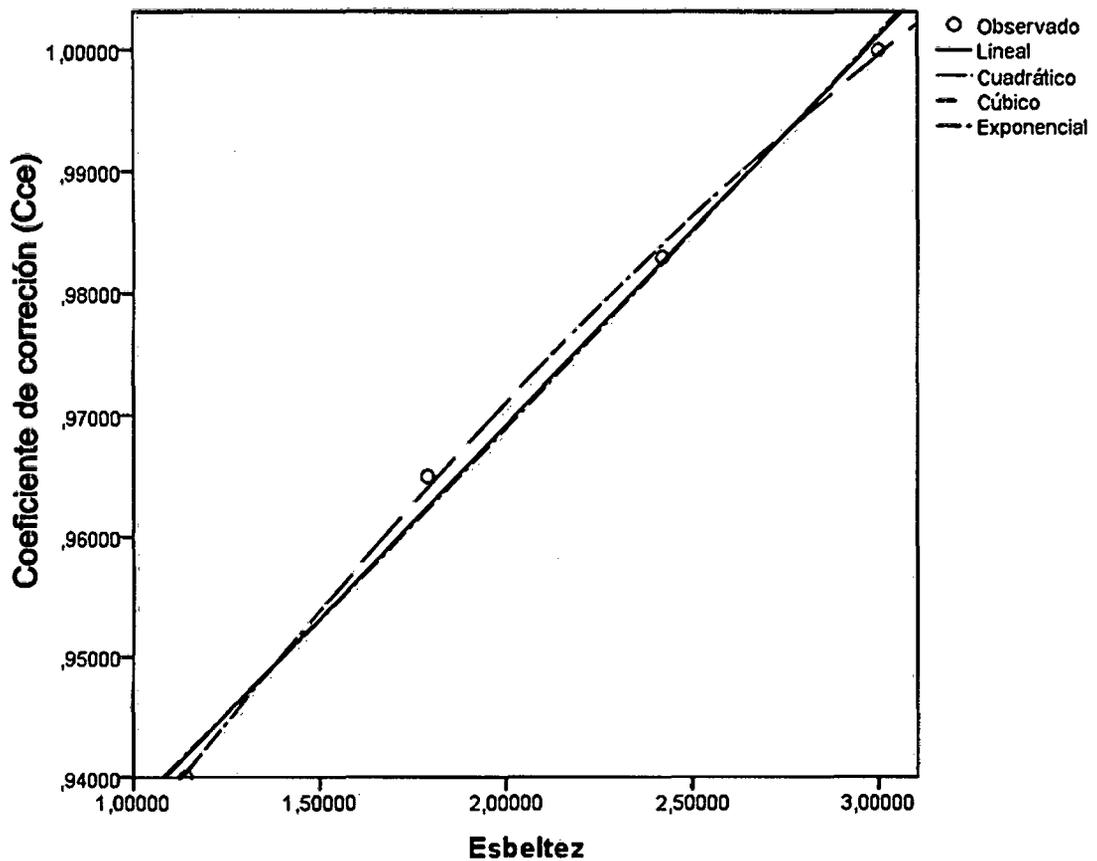


Figura 46. Curva de Ajuste para coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez para Ladrillera B con junta de 1cm.

c) Para Ladrillera B con junta de 1,5cm.

Tabla 66.- Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros para ladrillera B con junta de 1,5cm.

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	,955	42,565	1	2	,023	0,8131	0,0598		
Cuadrático	,997	151,407	2	1	,057	0,9046	-0,0395	0,0239	
Cúbico	,995	104,552	2	1	,069	0,8789	0,0000	0,0052	0,0028
Exponencial	,959	47,278	1	2	,021	0,8208	0,0635		

Variable dependiente es Cce y la variable independiente es Esbeltez.

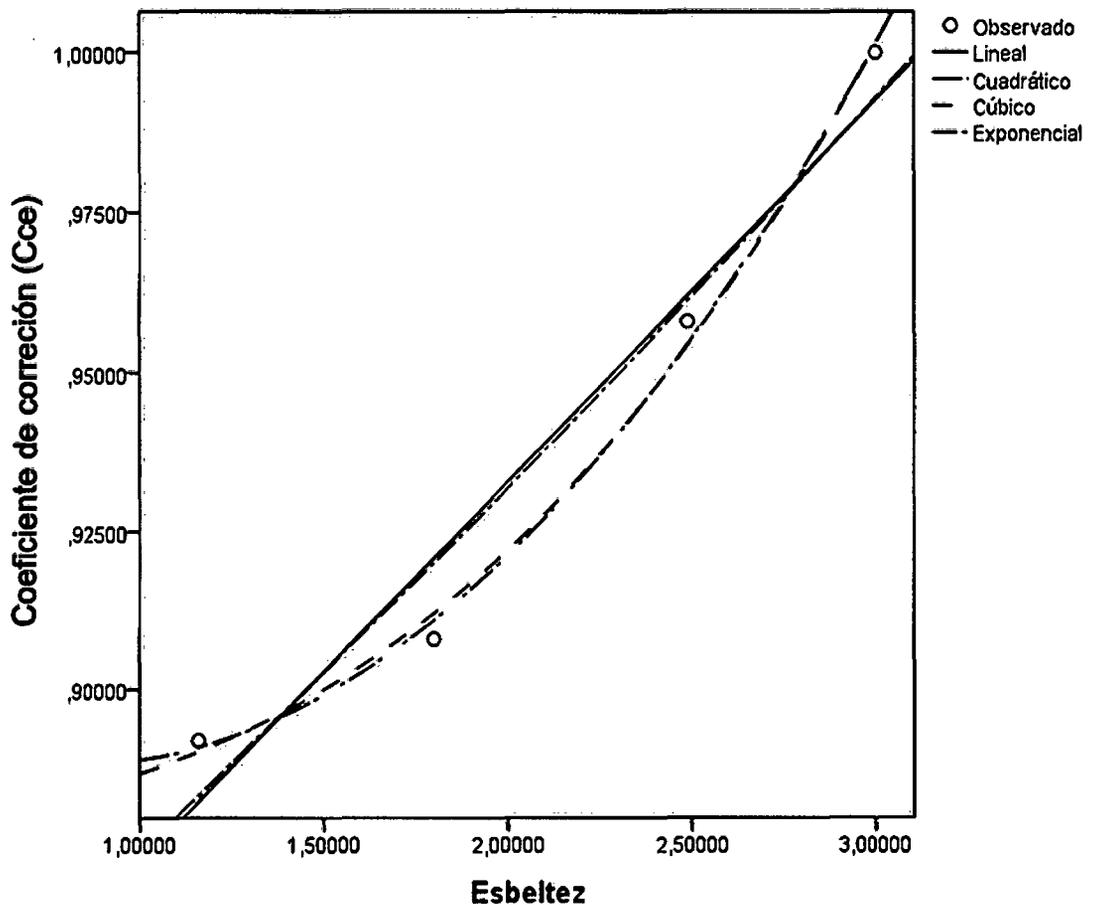


Figura 47. Curva de Ajuste para coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez para Ladrillera B con junta de 1,5cm.

d) Para Ladrillera B con junta de 2cm.

Tabla 67.- Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros para ladrillera B con junta de 1,5cm

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	,925	24,506	1	2	,038	0,7553	0,0854		
Cuadrático	,991	52,192	2	1	,097	0,5701	0,2806	-0,0462	
Cúbico	,991	52,192	2	1	,097	0,5701	0,2806	-0,0462	0,000
Exponencial	,914	21,189	1	2	,044	0,7677	0,0927		

Variable dependiente es Cce y la variable independiente es Esbeltez.

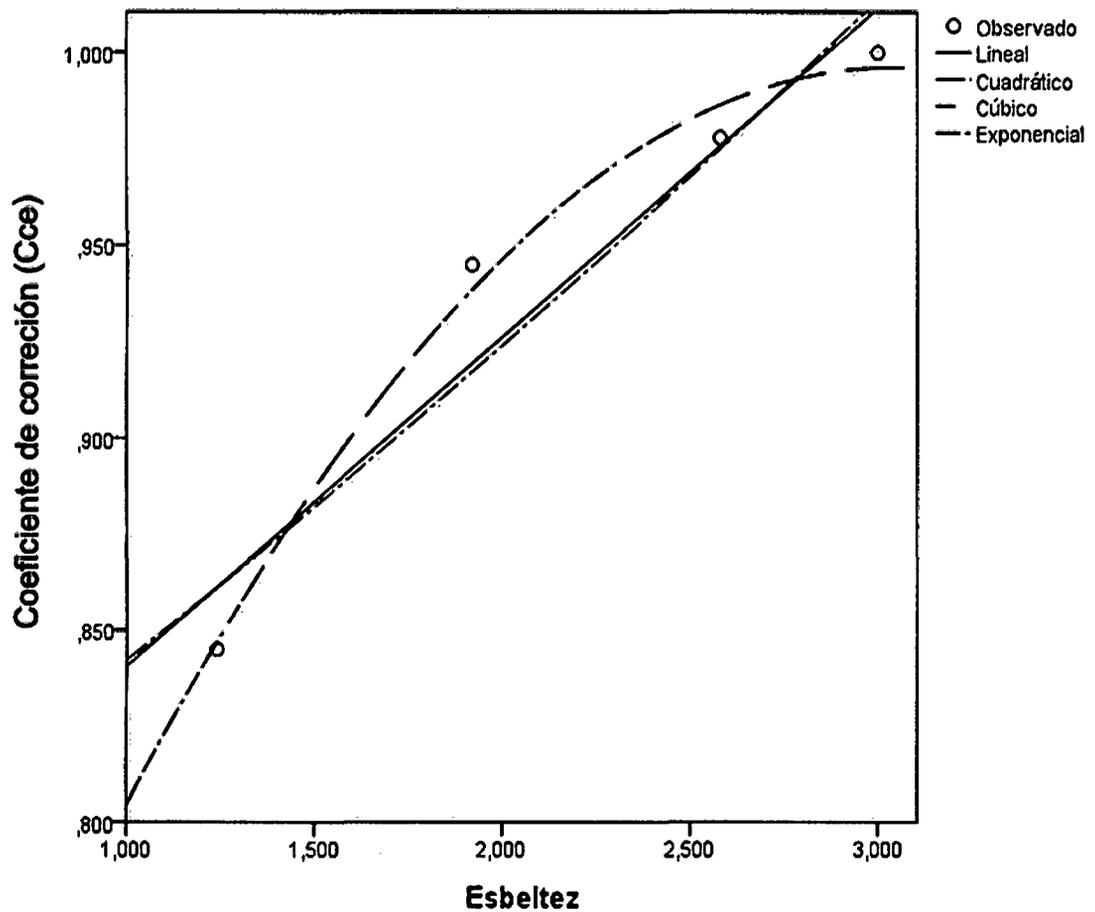


Figura 48. Curva de Ajuste para coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez para Ladrillera B con junta de 2cm.

e) Para Ladrillera C con junta de 2cm.

Tabla 68.- Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros para ladrillera C con junta de 2cm.

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	,905	19,140	1	2	,048	0,7856	0,0747		
Cuadrático	,979	22,896	2	1	,146	0,6137	0,2602	-0,0444	
Cúbico	,979	22,896	2	1	,146	0,6137	0,2602	-0,0444	0,000
Exponencial	,894	16,793	1	2	,055	0,7945	0,0805		

Variable dependiente es Cce y la variable independiente es Esbeltez.

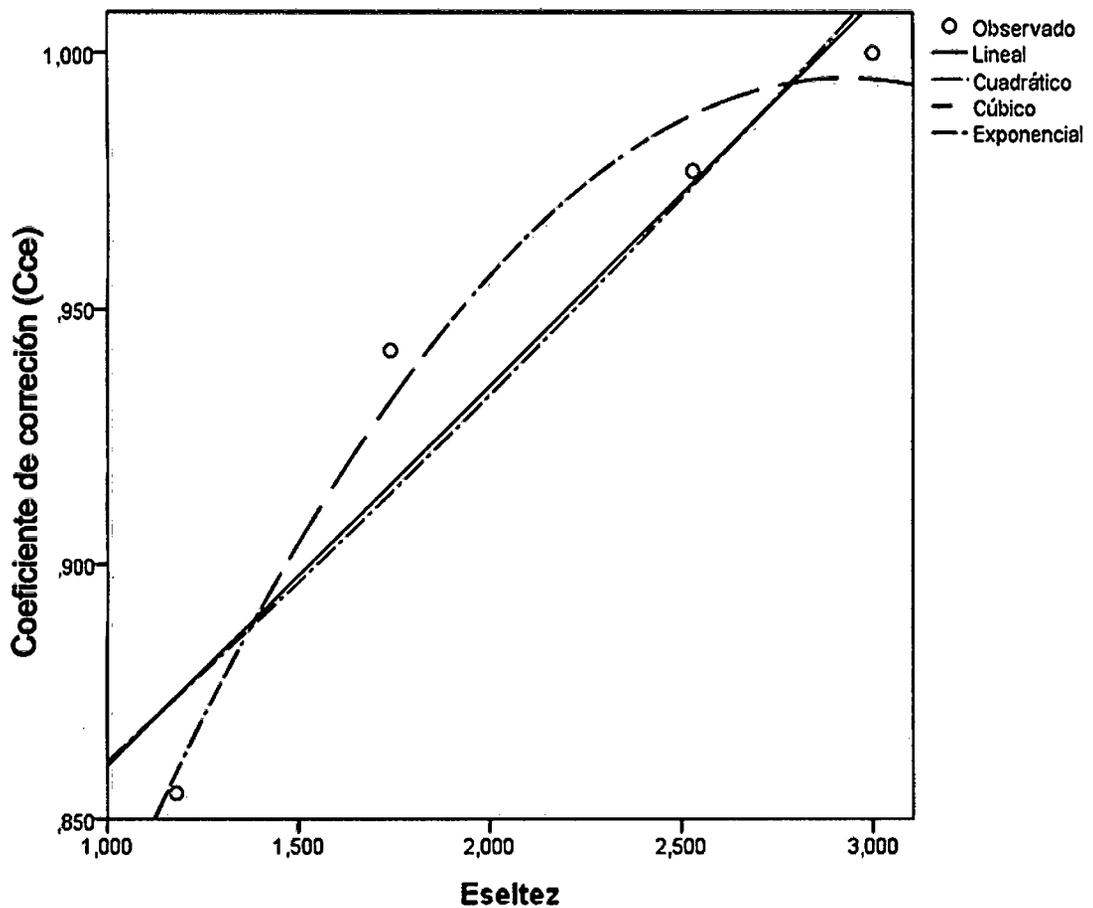


Figura 49. Curva de Ajuste para coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez para Ladrillera C con junta de 2cm.

f) Para Ladrillera D con junta de 1,5cm.

Tabla 69.- Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros para ladrillera D con junta de 2cm.

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	,595	2,937	1	2	,229	0,9145	0,0327		
Cuadrático	,924	6,064	2	1	,276	0,7283	0,2318	-0,0475	
Cúbico	,924	6,064	2	1	,276	0,7283	0,2318	-0,0475	0,000
Exponencial	,595	2,937	1	2	,229	0,9153	0,0338		

Variable dependiente es Cce y la variable independiente es Esbeltez.

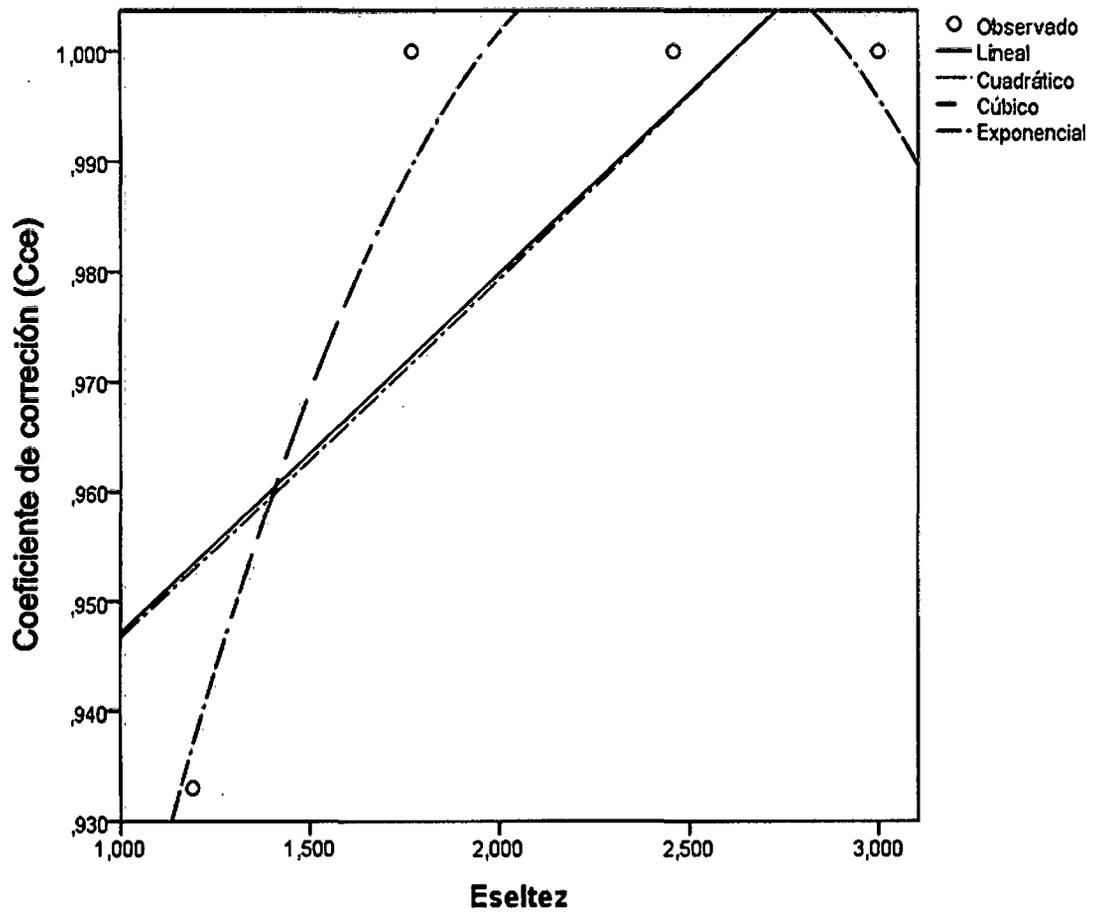


Figura 50. Curva de Ajuste para coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez para Ladrillera D con junta de 1,5cm.

**g) Para Ladrillera D con junta de 2cm.**

Tabla 70.- Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros para ladrillera D con junta de 2cm.

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	,744	5,827	1	2	,137	0,5099	0,1821		
Cuadrático	,970	16,052	2	1	,174	-0,2218	0,9672	-0,1882	
Cúbico	,970	16,052	2	1	,174	-0,2218	0,9672	-0,1882	0,000
Exponencial	,731	5,423	1	2	,145	0,5499	0,2231		

Variable dependiente es Cce y la variable independiente es Esbeltez.

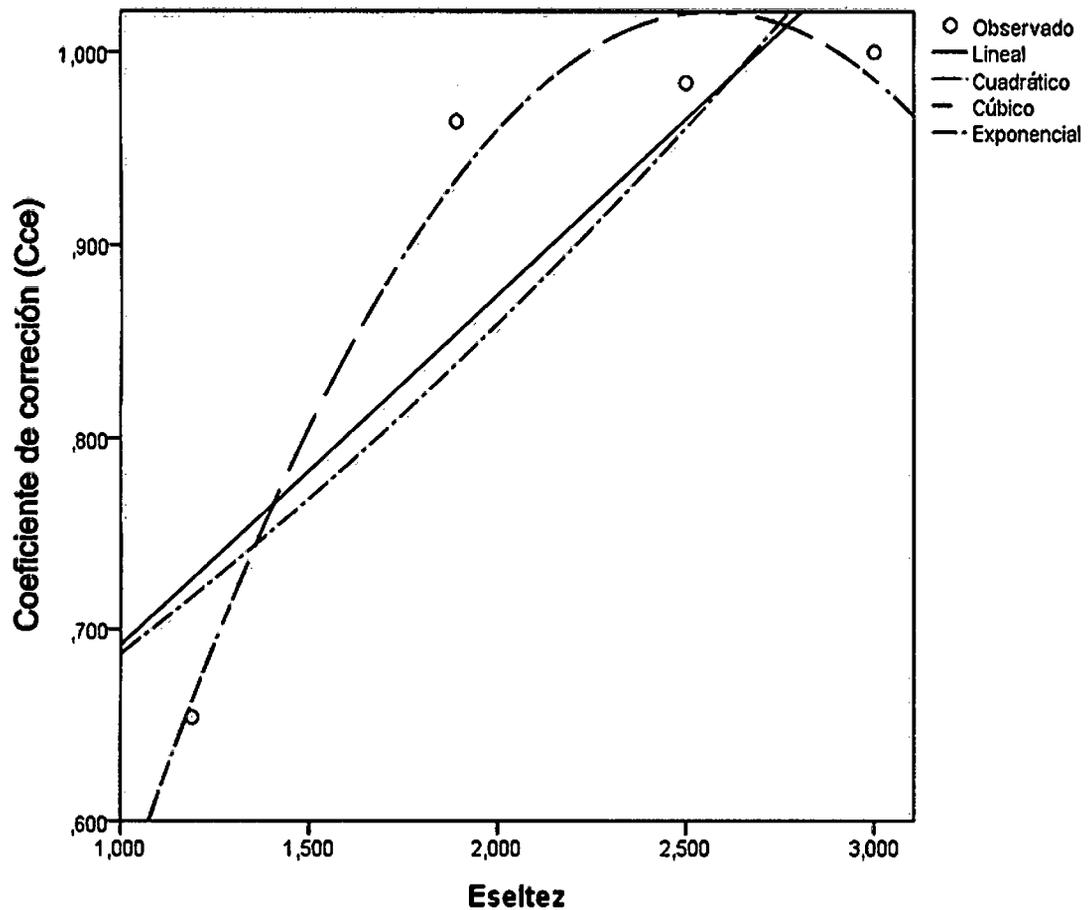


Figura 51. Curva de Ajuste para coeficiente de corrección de  $f'm$  por esbeltez para Ladrillera D con junta de 1,5cm.

# **Anexo F**

**Figuras del trabajo a campo y  
laboratorio**



Figura 52. Identificación de las 4 ladrilleras.



Figura 53. Selección de la arena gruesa

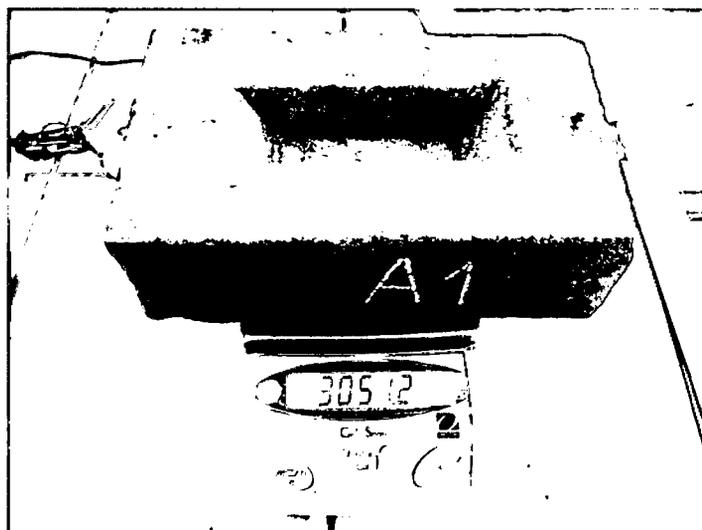


Figura 54. Peso seco de la unidad de ladrillo.

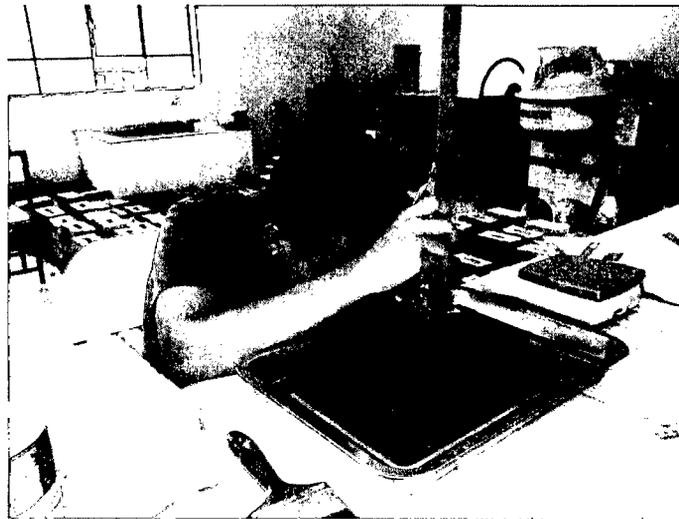


Figura 55. Preparación del ensayo a succión.



Figura 56. Peso sumergido, para ensayo a succión.

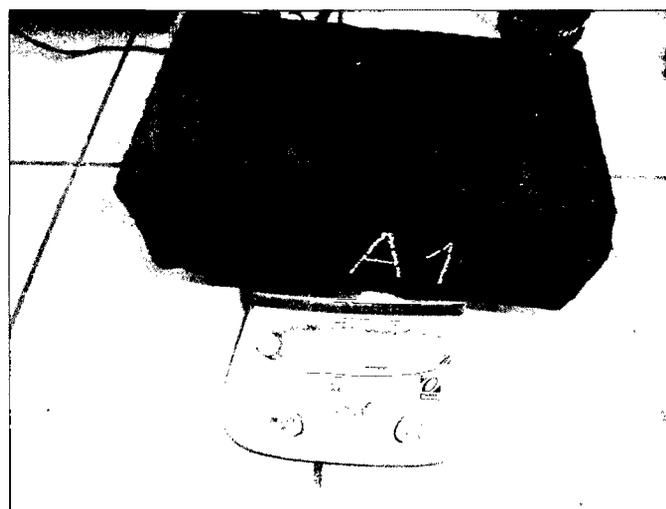


Figura 57. Peso Saturado, para ensayo absorción.



Figura 58. Preparación de la Mezcla



Figura 59. Molde para hacer los cubos de motero.



Figura 60. Cubo de mortero para ensayo a la resistencia a compresión

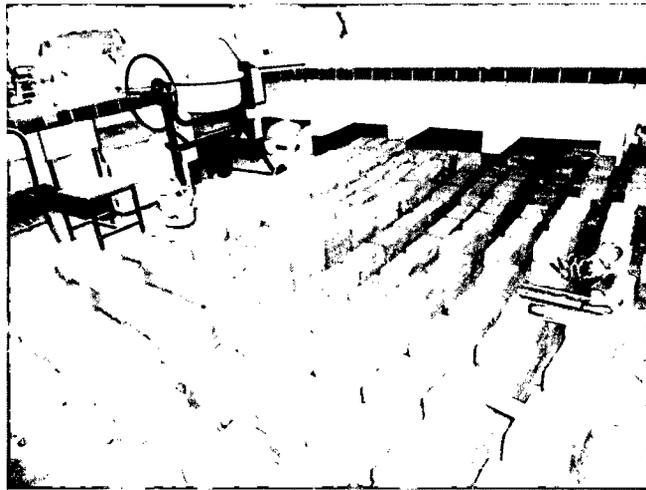


Figura 61. Construcción de los 180 prismas de albañilerías.

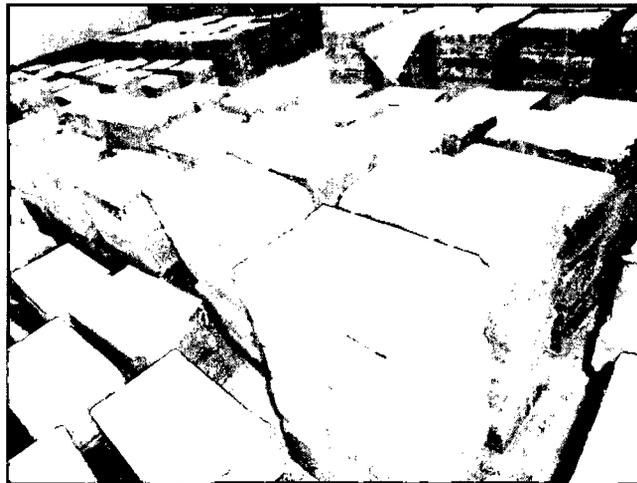


Figura 62. Prismas preparados para el ensayo a compresión axial.



Figura 63. Ensayo a compresión axial para 2 hiladas en prismas de albañilería.

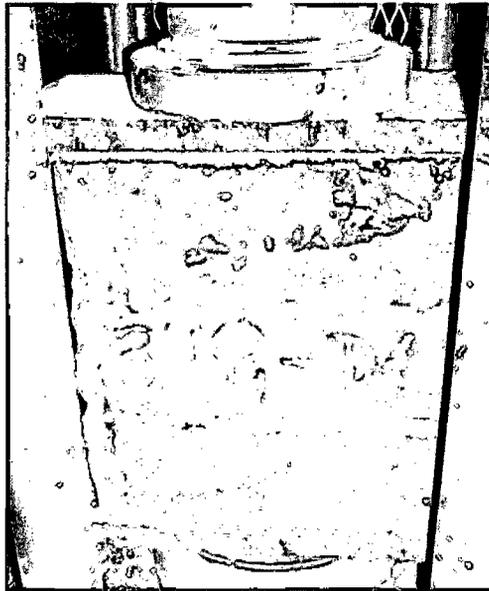


Figura 64. Ensayo a compresión axial para 3 hiladas en prismas de albañilería.



Figura 65. Ensayo a compresión axial para 4 hiladas en prismas de albañilería.