

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



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

**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LOS FACTORES DE  
CORRECCIÓN POR ESBELTEZ DE LA RESISTENCIA A  
COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA DE LA  
ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**

**TESISTAS:**

- BACH. AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI JEANPIERRE.
- BACH. BOLAÑOS NARCIZO IRWING LUIS.

**ASESOR:**

- Mg. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO

**NUEVO CHIMBOTE - PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



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

**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LOS FACTORES DE  
CORRECCIÓN POR ESBELTEZ DE LA RESISTENCIA A  
COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA DE LA  
ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**

REVISADO Y APROBADO POR EL ASESOR:

---

Mg. Luz Esther Álvarez Asto  
ASESOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LOS FACTORES DE  
CORRECCIÓN POR ESBELTEZ DE LA RESISTENCIA A  
COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA DE LA  
ZONA – NUEVO CHIMBOTE”

REVISADO Y APROBADO POR EL JURADO EVALUADOR:

Ms. ABNER LEÓN BOBADILLA  
PRESIDENTE.

Ms. LUZ ÁLVAREZ ASTO  
SECRETARIA

Mg. JENISSE FERNÁNDEZ MANTILLA  
INTEGRANTE

## **DEDICATORIA**

A **DIOS**, quien me ilumina, protege, guía mi camino y está presente en todos los momentos de mi vida.

A mi Madre **Guadalupe Velásquez**, por estar siempre presente con ese amor incomparable, sabios consejos, abnegada labor y enseñarme a valorar todas las cosas que se logran en la vida. A mi Padre **Macario Aguilar**, porque de ti aprendí que todo se logra con esfuerzo y dedicación, por que fuiste tú quien me inculco el amor por esta carrera.

A mí esposa **Jhoselin María Ojeda Maraza**, por su amor, paciencia y apoyo para continuar con las metas trazadas, por ser mi mejor compañera de vida.

A mis familiares **Randy, Zaida, Aldrin, Marlon, Rosmery, Kiko, Santiago** por esa unidad, por su cariño, por ese apoyo incondicional y por ser también mis motivos para seguir adelante.

A mis entrañables Amigos, **Marco, karol, Gherson, Gustavo, José** por esos desvelos, paciencia y el apoyo frente a las adversidades.

**YOLVI AGUILAR**

## DEDICATORIA

A **Dios**, por permitirme llegar a este momento tan especial e importante en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mis padres **Martha Narcizo** y **Remberto Bolaños** por ser el pilar más importante de mi formación y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional y que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado su amor, y que con sus consejos han sabido guiarme para culminar mi carrera profesional y hacer que verdaderamente crea en mí.

A mis hermanos y sobrinos **Violeta, Anabel, Olgisa, Emelda, Yony, Randy** y **Esthefani** que de una u otra manera me han ayudado y brindado su apoyo durante la elaboración del presente trabajo.

A mi esposa **Yumixsa Livved Ramos Cornejo**, quien con su amor y sus consejos me alentó y ayudó en la realización del presente informe.

***IRWING BOLAÑOS***

## **AGRADECIMIENTO**

En forma muy especial agradecemos a Dios, a nuestros padres, hermanos, y familiares; por el amor incondicional, por ese cariño y apoyo en todo momento.

A nuestros amigos, por los consejos, la motivación y el apoyo que nos brindaron para dar un paso más en nuestra vida profesional.

A nuestro co-asesor **Ing. Lino Olascuaga Cruzado**, quien en sus inicios de la elaboración del presente Proyecto de Investigación, nos brindó su apoyo y lineamientos para alcanzar el objetivo.

A nuestro asesor **Ms. Ing. Luz Esther Alvarez Asto**, por su orientación durante el desarrollo de la presente Tesis.

A nuestros Docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, por los conocimientos brindados, dándonos una formación ética y profesional.

**AGUILAR & BOLAÑOS**

## INDICE

RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCION	
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	
1.1 ASPECTOS INFORMATIVOS.	02
1.1.1 TITULO.	02
1.1.2 TIPO DE INVESTIGACION.	02
1.1.3 UBICACIÓN.	02
1.2 PLAN DE INVESTIGACION.	02
1.2.1 ANTECEDENTES.	02
1.2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	05
1.2.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.	06
1.2.4 IMPORTANCIA.	06
1.3 OBJETIVOS.	07
1.3.1 OBJETIVOS GENERAL.	07
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.	07
1.4 HIPOTISIS.	07
1.5 VARIABLES.	07
1.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.	07
1.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE.	08
1.6 TIPO DE DISEÑO.	08
1.7 ESTRATEGIA DE TRABAJO.	08
1.7.1 METODO DE ESTUDIO.	08
1.7.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTACIÓN DE RECOLECCION DE DATOS.	09
1.7.3 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS, INTERPRETACIÓN Y ANALISISDE RESULTADOS.	09
CAPITULO II: MARCO TEORICO	
2.1 ALBAÑILERIA.	12
2.1.1 HISTORIA DE LA ALBAÑILERÍA.	15
2.1.2 TIPOS DE ALBAÑILERÍA.	15
2.1.2.1 ALBAÑILERIA SIMPLE.	15
2.1.2.2 ALBAÑILERIA CONFINADA.	17
2.1.2.3 ALBAÑILERIA ARMADA.	21
2.2 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.	26
2.2.1 GENERALIDADES.	26
2.2.2 CLASIFICACIÓN.	28
2.2.2.1 SEGÚN SU MATERIA PRIMA.	28
2.2.2.2 SEGÚN EL MÉTODO DE FABRICACIÓN.	30
2.2.2.3 SEGÚN EL ÁREA QUE OCUPAN LOS ORIFICIOS.	31
2.2.3 COMPONENTES.	34
2.2.3.1 SEGÚN SU MATERIA PRIMA.	34
2.2.4 PROPIEDADES.	37
2.2.4.1 RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN AXIAL.	39
2.2.4.2 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.	41
2.2.4.3 VARIABILIDAD DIMENSIONAL.	42
2.2.4.4 EFLORESCENCIA.	43
2.2.4.5 ABSORCIÓN.	44
2.2.3.4 COEFICIENTE DE SATURACIÓN.	44
2.2.5 ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD.	45
2.2.5.1 MUESTREO.	45
2.2.5.2 VARIACIÓN DIMENSIONAL.	45
2.2.5.3 ALABEO.	46
2.2.5.4 SUCCIÓN.	46
2.2.5.5 ABSORCIÓN.	47
2.2.5.6 RESISTENCIA A COMPRESIÓN.	47

2.3 PILAS DE ALBAÑILERÍA.	48
2.3.1 CONCEPTO.	48
2.3.2 CARACTERÍSTICAS.	49
2.3.2.1 NUMERO DE HILADAS.	49
2.4 AGREGADOS.	50
2.4.1 CONCEPTO.	50
2.4.2 ARENA GRUESA.	51
2.4.2.1 DEFINICIÓN.	51
2.4.2.2 REQUISITOS.	51
2.4.2.3 GRANULOMETRIA.	52
2.4.2.4 PROPIEDADES DE LA ARENA GRUESA.	54
2.4.2.4.1 DENSIDAD.	54
2.4.2.4.2 DUREZA.	54
2.4.2.4.3 MÓDULO DE ELASTICIDAD.	55
2.4.3 CAL.	56
2.4.3.1 DEFINICIÓN.	56
2.4.4 AGUA.	57
2.4.4.1 CONCEPTOS GENERALES.	57
2.4.4.2 REQUISITOS DE CALIDAD.	58
2.4.5 CEMENTO.	60
2.4.5.1 CONCEPTOS GENERALES.	60
2.4.5.2 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS.	61
2.4.5.2.1 PESO ESPECÍFICO.	61
2.4.5.2.2 FINURA.	62
2.4.5.2.3 HIDRATACIÓN.	63
2.4.5.2.4 TIEMPO DE FRAGUADO.	63
2.4.5.2.5 RESISTENCIA MECÁNICA.	64
2.4.5.2.6 CALOR DE HIDRATACIÓN.	65
2.4.6 MORTERO.	65
2.4.6.1 DEFINICIÓN.	65
2.4.6.2 COMPONENTES.	68
2.4.6.3 CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES.	69
2.4 DEFINICIÓN DE TERMINOS BASICOS.	69
CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS	
3.1 METODO DE ESTUDIO.	73
3.2 MATERIALES.	73
3.3 TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS E INSTRUMENTOS.	75
3.4 ENSAYO DE LABORATORIO.	75
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES	
4.1 RESULTADOS.	93
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 CONCLUSIONES.	131
5.2 RECOMENDACIONES.	132
CAPITULO VI: BIBLIOGRAFÍA	
6.1 NORMAS, LIBROS, INFORMES DE INVESTIGACIÓN Y PÁGINAS DE INTERNET.	133
ANEXOS N° 01: CALCULO DE CURVA DE AJUSTE DE ENSAYOS	135
ANEXOS N° 02: ENSAYOS DE LABORATORIO	139
ANEXOS N° 03: PANEL FOTOGRÁFICO	183



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.	19
Tabla N° 02. Clasificación de las unidades de albañilería según Norma de Albañilería.	39
Tabla N° 03. Usos Granulométricos para el agregado fino.	52
Tabla N° 04. Valores aceptados en ppm del agua para concreto.	58
Tabla N° 05. Granulometría de la arena gruesa.	81
Tabla N° 06. Dimensiones del ladrillo King Kong H18.	94
Tabla N° 07. Variación Dimensional del King Kong H18.	95
Tabla N° 08. Dimensiones del ladrillo Pandereta Industrial.	96
Tabla N° 09. Variación dimensional del Pandereta Industrial.	97
Tabla N° 10. Dimensiones del KKA de Arcilla.	98
Tabla N° 11. Variación Dimensional del KKA de arcilla.	99
Tabla N° 12. Dimensiones del KKA de concreto.	100
Tabla N° 13. Variación Dimensional del KKA de concreto.	101
Tabla N° 14. Alabeo del ladrillo King Kong Industrial H18.	103
Tabla N° 15. Alabeo del ladrillo Pandereta Industrial.	103
Tabla N° 16. Alabeo del ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla.	104
Tabla N° 17. Alabeo del ladrillo King Kong Artesanal de Concreto.	104
Tabla N° 18. Absorción del ladrillo King Kong industrial H18.	106
Tabla N° 19. Absorción del Ladrillo Pandereta Industrial.	106
Tabla N° 20. Absorción del ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla.	106
Tabla N° 21. Absorción del ladrillo King Kong Artesanal de Concreto.	107
Tabla N° 22. Succión del ladrillo King Kong Industrial.	108
Tabla N° 23. Succión del Ladrillo Pandereta Industrial.	109
Tabla N° 24. Succión del Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla.	109
Tabla N° 25. Succión del Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto.	110
Tabla N° 26. Resistencia a Compresión Axial del Ladrillo King Kong Industrial de Arcilla.	111
Tabla N° 27. Resistencia a compresión Axial del Ladrillo King Kong de Concreto.	112
Tabla N° 28. Resistencia a compresión Axial del Ladrillo Pandereta de Arcilla.	112
Tabla N° 29. Resistencia a compresión Axial del Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla.	113
Tabla N° 30. Resistencia a compresión axial del mortero Cemento: Arena (1:4).	114
Tabla N° 31. Resistencia a compresión axial del mortero Cemento: Arena: Cal (1:4:1/2).	115
Tabla N° 32. Tamizado de la Arena Gruesa-Muestra 01.	116
Tabla N° 33. Tamizado de la Arena Gruesa-Muestra 02.	117
Tabla N° 34. Tamizado de la Arena Gruesa-Muestra 03.	118
Tabla N° 35. Peso Específico y Absorción del agregado fino.	120
Tabla N° 36. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo King Kong Industrial de Arcilla.	122
Tabla N° 37. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto.	122
Tabla N° 38. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla.	123
Tabla N° 39. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo Pandereta Industrial de Arcilla.	123
Tabla N° 40. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo King Kong Industrial de Arcilla.	124
Tabla N° 41. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto.	124
Tabla N° 42. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla.	125
Tabla N° 43. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo Pandereta Industrial de Arcilla.	125
Tabla N° 44. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo King Kong Industrial de Arcilla.	126
Tabla N° 45. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto.	126

Tabla N° 46. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla.	127
Tabla N° 47. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo Pandereta Industrial de Arcilla.	127
Tabla N° 48. Depurado de datos ensayados.	128
Tabla N° 49. Calculo de coeficientes de corrección por esbeltez.	128
Tabla N° 50. Cuadro comparativo de los valores de CC.	128

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01. Espesor Efectivo de un muro.	16
Figura N° 02. Fuerza Cortante Admisible.	17
Figura N° 03. Muro Confinado.	17
Figura N° 04. Distancia máxima entre columnas de confinamiento.	18
Figura N° 05. Muro armado su recubrimiento y dimensiones mínimas de los alveolos.	21
Figura N° 06. Detalle del anclaje del refuerzo horizontal continuo.	23
Figura N° 07. Unidades de albañilería de ferreterías Dino, en la ciudad de Nuevo Chimbote.	27
Figura N° 08. Medida de las caras de las unidades de albañilería.	76
Figura N° 09. Medida del alabeo en las unidades de albañilería.	77
Figura N° 10. Medida de la absorción en las unidades.	78
Figura N° 11. Medida de la succión de las unidades.	79
Figura N° 12. Fallas de las unidades de albañilería.	81
Figura N° 13. Ensayo de granulometría de la arena gruesa.	82
Figura N° 14. Peso unitario de la arena gruesa.	84
Figura N° 15. Peso específico y absorción de la arena gruesa.	85
Figura N° 16. Medidas del Slum del mortero.	87
Figura N° 17. Construcción de los moldes de mortero.	89
Figura N° 18. Ensayo de resistencia a compresión axial de pilas.	91
Figura N° 19. Curva Granulometría de Arena Gruesa-Muestra 01.	117
Figura N° 20. Curva Granulometría de Arena Gruesa-Muestra 02.	118
Figura N° 21. Curva Granulometría de Arena Gruesa-Muestra 03.	119
Figura N° 22. Gráfico CC vs E y curva de ajuste.	129

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar los factores de corrección por esbeltez de la resistencia a compresión axial ( $f'm$ ) de pilas de albañilería fabricadas con unidades de albañilería más comerciales en la ciudad de Nuevo Chimbote.

Para conocer la resistencia a compresión axial de la albañilería se construyeron 60 pilas, asentadas con unidades de 4 tipos, a fin de ser evaluados a compresión axial. Las pilas que se construyeron fueron de diferentes alturas dependiendo del número de unidades de albañilería (hiladas) en su construcción; por este motivo se tienen diferentes relaciones altura ( $h$ ) – espesor ( $t$ ). El Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070 (albañilería) considera para fines estructurales pilas que tengan una esbeltez ( $E=h/t$ ) igual a 5, la norma también establece coeficientes de corrección de  $f'm$  por esbeltez para pilas que tengan esbelteces mayores que 2 y menores que 5.

Luego de ensayar las pilas de albañilería se procederá a calcular la curva de ajuste, el cual nos generará datos más exactos, con respecto a los ensayos realizados en laboratorio. Estos factores de corrección se utilizarán para la evaluación de los materiales que se utilizarán en la ejecución de los proyectos en la zona, como parte de la gestión de calidad de los proyectos. De acuerdo con estipulado en el RNE.

## **ABSTRACT**

The objective of this research work is to determine the correction factors for slenderness of the axial compressive strength ( $f'm$ ) of masonry piles manufactured with more commercial masonry units in the city of Nuevo Chimbote.

To know the resistance to axial compression of the masonry, 60 piles were built, seated with units of 4 types, in order to be evaluated by axial compression. The piles that were built were of different heights depending on the number of masonry units (courses) in their construction; for this reason there are different relations height ( $h$ ) - thickness ( $t$ ). The National Building Regulations, Standard E.070 (masonry) considers for structural purposes batteries that have a slenderness ( $E = h / t$ ) equal to 5, the norm also establishes coefficients of correction of  $f'm$  for slenderness for batteries that have slenderness greater than 2 and less than 5.

After testing the masonry piles, we will proceed to calculate the adjustment curve, which will generate more accurate data, with respect to the tests carried out in the laboratory. These correction factors will be used for the evaluation of the materials that will be used in the execution of the projects in the area, as part of the quality management of the projects. According to the provisions of the RNE.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LOS FACTORES DE CORECCIÓN POR ESBELTEZ DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA DE LA ZONA - NUEVO CHIMBOTE"

# CAPITULO I

## ASPECTOS GENERALES



## **CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES**

### **1.1. ASPECTOS INFORMATIVOS**

#### **1.1.1. TÍTULO:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote".

#### **1.1.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN:**

Descriptiva - Experimental.

#### **1.1.3. UBICACION:**

Ciudad	:	Nuevo Chimbote
Distrito	:	Nuevo Chimbote
Provincia	:	Santa
Departamento	:	Ancash
Región	:	Ancash

### **1.2. PLAN DE INVESTIGACION.**

#### **1.2.1. ANTECEDENTES:**

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 condiciones de incluir un mínimo de tres hiladas y el coeficiente entre la altura y espesor debe ser mayor o igual a 3.



Norma ASTM C1314, el número mínimo de pilas a ensayar para obtener el valor de  $f'm$  es de 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.

Daniel Quiun, Ángel san Bartolomé & Giuseppe Mendoza (2012). Corrección por Esbeltez en Pilas de Albañilería Ensayadas a Compresión Axial. Proyecto SENCICO-PUCP. Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú. Se pudo concluir que la curva de tendencia del coeficiente de corrección (CC) por esbeltez de las pilas de albañilería ensayadas a compresión axial, para 3 tipos de distintas unidades, mostró una buena aproximación hacia los valores de CC proporcionados por SENCICO, 2004; mientras que los valores especificados por INDECOPI, 2003 (iguales a los indicados por ASTM C1314, 2003) se alejaron más de esta curva, por tanto, es preferible emplear los valores de CC indicados por SENCICO, 2004, que son los mismo a los dados por ININVI, 1982.

Yozhiv Muñoz (2014). Determinación del Comportamiento a Compresión Axial y el Factor de Corrección por Esbeltez en Prismas de Albañilería con Ladrillos Artesanales de Arcilla en la Ciudad de Jaén – Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. 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 ningún cumple con el requisito mínimo de 35 kg/cm<sup>2</sup>, que existe una diferencia mínima del 22,21%, esto



se debe a que existe una dispersión alta en los resultados a la resistencia de compresión como unidad de ladrillo ( $f'b$ ).

María Horna (2015). Influencia del Tipo de Curado en la Resistencia a la Compresión Axial de la Albañilería. Universidad Privada del Norte, Perú. Se pudo concluir que las pilas de albañilería ensayadas a compresión axial, arrojaron los siguientes resultados: 41.98 kg/cm<sup>2</sup> para el ensayo patrón, 47.51 kg/cm<sup>2</sup> para las pilas curadas con agua y 49.43 kg/cm<sup>2</sup> para pilas curadas con antisol; los dos últimos valores (especímenes sometidas a un proceso de curado), no reflejan una variación muy significativa frente al resultado obtenido para los especímenes no curados, esto se debe a que la humedad relativa en el laboratorio, presenta un valor elevado (89%) que ha generado un curado natural en las muestras patrón, y que se ve reflejado en el aumento del valor de su resistencia.

Dante Bonilla (2006). Factores de Corrección de la Resistencia en Compresión de Prismas de Albañilería por Efectos de Esbeltez. Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú. Comparando los coeficientes de corrección de  $f'm$  por esbeltez ( $C_{ce}$ ) obtenidos experimentalmente con los coeficientes dados por las normas extranjeras y nacionales mencionadas en este informe, se determinó que para esbelteces mayores a 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, 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 con los experimentos hechos, en este trabajo, 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.

### 1.2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

En la actualidad la albañilería o mampostería compuesto por unidades de albañilería asentadas con mortero es preferida en la construcción porque presenta características significativas de durabilidad, bajo costo, estabilidad y resistencia.

En la Ciudad de Nuevo Chimbote son escasos los laboratorios dedicados a obtener información sobre la resistencia de la albañilería a compresión axial, sin embargo, para efectos de precisión en los diseños de albañilería para un análisis sísmico estático y dinámico, es importante contar con información certera para realizar el ensayo de los prismas, antes y durante la construcción de edificaciones, es ahí donde se genera esta investigación para determinar estos valores de corrección para unidades de albañilería más usadas en la construcción, por medio de ensayos.

Partiendo de esto la presente investigación se orienta a dar una respuesta a la siguiente interrogante:

***¿Cuáles son los factores de corrección por esbeltez de pilas de albañilería que permiten obtener la resistencia a compresión axial en la ciudad de Nuevo Chimbote?***



### 1.2.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Hoy en día el material más usado en la construcción de viviendas en la ciudad de nuevo Chimbote y en la mayor parte de zonas urbanas en el Perú es la albañilería, siendo una de sus propiedades estructurales más importantes de la albañilería conocer la resistencia a compresión axial de la unidad de albañilería (ladrillo) individuales y apiladas lo que son comúnmente llamados prismas o pilas de albañilería.

Por ello el interés que involucra por investigar acerca de los factores de corrección para determinar la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería fabricadas con unidades de albañilería más comerciales, dicho interés radica en la falta de información sobre los valores de los coeficientes de corrección por esbeltez para unidades de la ciudad de Nuevo Chimbote.

### 1.2.4. IMPORTANCIA

La resistencia a compresión axial es importante para un análisis estructural de las edificaciones con albañilería, por ello en la presente investigación "Estudio Experimental de los Factores de Corrección por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"; el cual asienta sus bases en determinar los factores de corrección por esbeltez de la resistencia a compresión axial de pilas.



### 1.3. OBJETIVOS

#### 1.7.1 OBJETIVO GENERAL:

- Determinar experimentalmente los factores de corrección por esbeltez de pilas de albañilería que permitan obtener su resistencia a compresión axial ( $f'm$ ) en la ciudad de Nuevo Chimbote.

#### 1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar las propiedades de las unidades de albañilería.
- Realizar ensayos de resistencia a compresión axial en pilas de albañilería de conformidad con las normas NTP y ASTM respectivamente, de una muestra estadísticamente aceptable.
- Calcular la curva de ajuste y comparar los resultados con otras normas.

### 1.4. HIPOTESIS:

"**SI** usamos pilas de albañilería fabricados en la ciudad de Nuevo Chimbote para determinar la resistencia a compresión axial ( $f'm$ ) de la albañilería según ASTM C-1314 **ENTONCES** se obtendrá los factores de corrección para determinar  $f'm$ . Respecto a NTP 399.605 y el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070 (albañilería)".

### 1.5. VARIABLES.

#### 1.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.

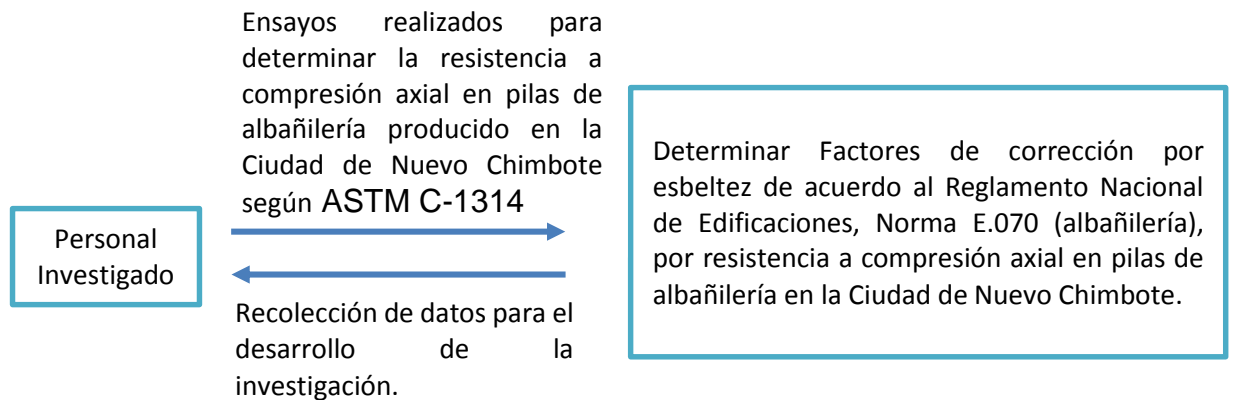
- Resistencia a compresión de las unidades de albañilería.



### 1.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE.

- Factores de corrección para determinar la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería.

### 1.6. TIPO DE DISEÑO



### 1.7. ESTRATEGIA DE TRABAJO

#### 1.7.1 MÉTODO DE ESTUDIO

Este estudio se realizó de acuerdo con etapas ya determinadas de acuerdo con la programación; primero se realizaron los ensayos correspondientes a la unidad de albañilería y al mortero, las cuales se realizaron teniendo en cuenta los valores establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Luego se prosiguió al asentado de unidades de albañilería, las cuales se elaboraron por cada esbeltez y por cada tipo de unidad, se construyeron un total de 60 pilas. Posteriormente se procedió a ensayar a compresión axial a las 60 pilas las cuales cumplieron su edad nominal de 28 días, Finalmente aplicando las ecuaciones a una muestra estadísticamente aceptable, se determinó los factores



de corrección para ser aplicado en el Análisis de Edificaciones en la Ciudad de Nuevo Chimbote.

### **1.7.2 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

En el presente Proyecto de investigación se realizaron ensayos para determinar la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería según la Norma ASTM C-1314 a 60 muestras de pilas de albañilería elaboradas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional del Santa – Nuevo Chimbote. Se empleó la estadística y ejercicios matemáticos para determinar el valor más probable (curva de ajuste de los ensayos) de un total de 60 resultados, luego se comparó este resultado con la Norma NTP 399.605 y RNE, Norma E.070 (albañilería). Finalmente se obtuvieron los factores de corrección a la Norma NTP 399.605 y RNE Norma E.070 (albañilería), el cual se puede emplear en el Análisis Estructural de Edificaciones y gestión de calidad durante el desarrollo de los proyectos en la zona.

### **1.7.3 TECNICAS DE PROCEDIMIENTO DE DATOS, INTERPRETACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS**

La metodología propuesta requirió el uso combinado de diferentes herramientas: Uso de laboratorios para determinar la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería según la Norma ASTM C-1314, luego se calculó la curva de ajuste mediante el métodos matemáticos a manera de encontrar el valor promedio de la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería según la



Norma ASTM C-1314 y contrastarlo con la Norma NTP 399.605 y RNE, Norma E.070 (albañilería), para que posteriormente se encuentren los factores de corrección y se pueda emplear en el Análisis Estructural de Edificaciones de la zona.



# CAPITULO II

## MARCO TEORICO



## **CAPITULO II: MARCO TEORICO.**

### **2.1. ALBAÑILERIA.**

#### **2.1.1 HISTORIA DE LA ALBAÑILERÍA**

La albañilería existió desde tiempos prehistóricos y su forma inicial podría haber sido los muros hechos con piedra natural trabajadas o adheridas con barro.

La primera unidad de albañilería artificial consistió de una masa amorfa de barro secada al sol; vestigios de esta unidad han sido encontrados en las ruinas de Jericó (Medio Oriente), 7350 años a.c. Es interesante destacar que antiguamente las unidades no tenían una forma lógica, llegándose a encontrar unidades de forma cónica en lugares y épocas distintas: en la Mesopotamia (7000 años de antigüedad), y en Huaca Prieta, Perú (5000 años de antigüedad). El molde empleado para la elaboración de las unidades artificiales de tierra, lo que hoy denominamos "adobe", fue creado en Sumeria (Baja Mesopotamia) hacia los 4000 años a.c. A raíz de aquel acontecimiento, empezaron a masificarse las construcciones de albañilería en las primeras civilizaciones.

El adobe fue llevado al horno unos 3000 años a.c. en la ciudad de Ur, tercera ciudad más antigua del mundo (después de Eridú y Uruk, pertenecientes a la cultura Sumeria), formándose lo que actualmente se denomina el ladrillo de arcilla o cerámico. A partir de aquel entonces se levantaron enormes construcciones de ladrillos asentados con betún o alquitrán, como la Torre de Babel ("Etemenanki", zigurat de 8 pisos); y en la época del Rey





Nabucodonosor 11 (Babilonia, 600 a.C.), se construyeron edificios de hasta 4 pisos. Fue en Babilonia que el Rey Hammurabi (1700 a.C.) crea el primer reglamento de construcción, donde se especificaba que si por causas atribuibles al constructor fallecía el propietario de una vivienda, se debía dar muerte al constructor de la misma. Por aquellas épocas, pero en otras civilizaciones, se efectuaban construcciones de albañilería aprovechando la materia prima existente en la zona. Por ejemplo en Egipto se asentaban rocas con mortero de yeso y arena como las pirámides de Giza, con unos 4000 años de antigüedad); mientras que en Grecia se usaba piedras asentadas con mortero de cal y revestidas con mármol (como el templo a la diosa Atenea, "Partenón", 440 a.C.). El mortero de cemento puzolámico fue inventado por Vitruvio (Arquitecto Romano, 25 a.C.). Para esto, Vitruvio mezcló con cal y agua a la "arena volcánica" del Vesubio (actualmente denominada "puzolana"). Fue a partir de aquel entonces que hubo una gran innovación en las formas estructurales, construyéndose enormes estructuras con arcos, bóvedas y lucernarios, tal como el "Panteón" en Roma. Después de la caída del Imperio Romano, el mortero puzolámico pasó al olvido, hasta que Smeaton (Ingeniero británico) lo rescató en el año de 1756 para reconstruir un faro en Inglaterra. En el siglo XVIII, en conjunto con la Revolución Industrial (que comenzó en Inglaterra), empezó la industrialización en la fabricación de ladrillos, inventándose máquinas como trituradoras, mezcladoras y prensas para moldear mecánicamente al ladrillo;



aunque, según se dice, se empleaba 2 kg de carbón para hornear 1 kg de arcilla. En cuanto al Perú, los ladrillos de arcilla llegaron en la época de la colonia española, y la primera fábrica de ladrillos fue construida en Lima en el año de 1856.

La primera obra de albañilería reforzada data del año 1825. Brunel (Ingeniero británico), construyó 2 accesos verticales a un túnel bajo el río Támesis (Londres), de 15 m de diámetro y 20 m de profundidad, con paredes hechas de albañilería de 75 cm de espesor, reforzadas verticalmente con pernos de hierro forjado y horizontalmente con zunchos metálicos.

Más bien, la albañilería confinada fue creada por ingenieros italianos (Ref.9), después que el sismo de 1908 en Sicilia arrasara con las viviendas de albañilería no reforzadas. En el Perú, la albañilería confinada ingresa después del terremoto de 1940; mientras que la armada lo hace en la década del 60, pese a que ésta se había creado antes.

Cerrando la historia, indicaremos que el estudio racional de la albañilería se inició recién a partir de los ensayos llevados a cabo en los Estados Unidos (1913) y en la India (1920). En el Perú, los primeros ensayos sobre elementos de albañilería se realizaron en la década de los 70 y los escasos resultados alcanzados hasta el año de 1982, fueron utilizados para la elaboración de nuestro primer reglamento relativo específicamente a la albañilería (Norma E.070, ININVI-1982); a la fecha continúan las investigaciones.



## 2.1.2 TIPOS DE ALBAÑILERÍA

### 2.1.2.1 ALBAÑILERÍA SIMPLE

Según El Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070 (Albañilería), Capítulo II – Artículo 3 – 3.4. Definiciones; refiere:

Albañilería sin refuerzo (Albañilería Simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos reglamentarios.

De acuerdo a la Norma E.070 (Albañilería), su uso está limitado a construcciones de un piso; sin embargo, en la actualidad aún existen muchos edificios de albañilería no reforzada, incluso de 3 pisos, pero ubicados sobre suelos de buena calidad y con una alta densidad de muros en sus dos direcciones, razones por las cuales estos sistemas se comportaron elásticamente (sin ningún tipo de daño), ante los terremotos ocurridos en los años los últimos años.

El espesor efectivo "t" del muro (**Figura N° 01**) se define como su espesor bruto descontando los acabados (por el posible desprendimiento del tarrajeo producto de las vibraciones sísmicas, las bruñas u otras indentaciones).

De acuerdo Norma E.070 (Albañilería), el espesor efectivo mínimo a emplear en los muros no reforzados debe ser:  $t = h/20$ , donde "h" es la altura libre de piso a techo, o altura de pandeo. Esta fórmula proviene de considerar posibles problemas de pandeo cuando los muros esbeltos se ven

sujetos a cargas perpendiculares a su plano, o a cargas verticales excéntricas.

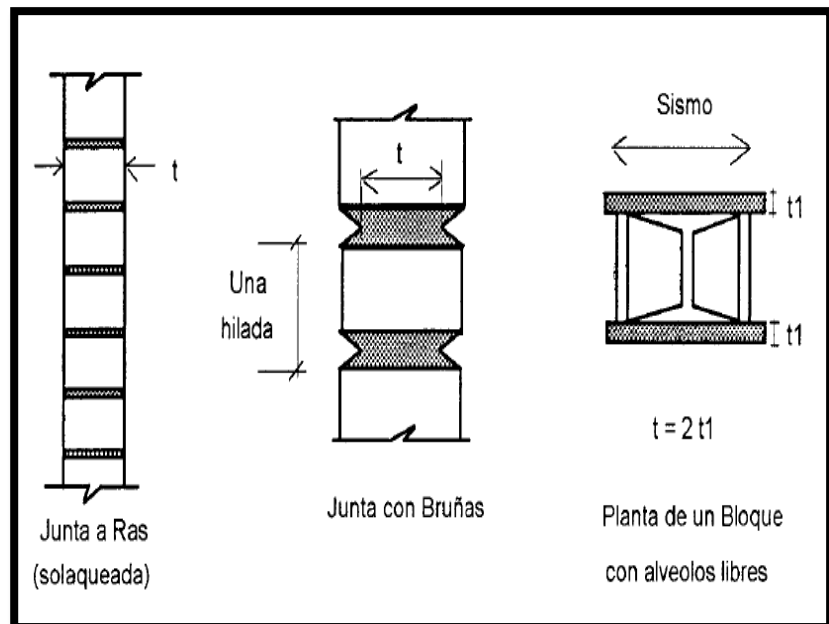


Figura N° 01. Espesor Efectivo de un muro. (Fuente: Ángel San Bartolomé, "Construcciones de Albañilería-Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural").

Aunque la Norma E.070 (Albañilería), no lo indique, es preferible que estos sistemas no reforzados estén ubicados sobre suelos de buena calidad, ya que la albañilería es muy frágil ante los asentamientos diferenciales. En realidad la resistencia al corte (VR en la **Figura N° 02**) Y la rigidez en el plano de los muros no reforzados son comparables con las correspondientes a los muros reforzados; pero debido al carácter de falla frágil que tienen los muros no reforzados (por no existir refuerzo que controle el tamaño de las grietas), la Norma adopta factores de seguridad para los muros no reforzados iguales al doble de los correspondientes a los reforzados.

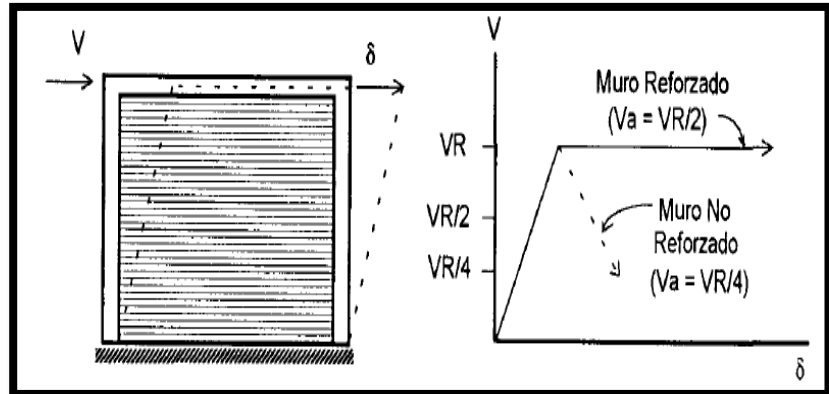


Figura N° 02. Fuerza Cortante Admisible "Va". (Fuente: Ángel San Bartolomé, Construcciones de Albañilería-Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural").

### 2.1.2.2 ALBAÑILERÍA CONFINADA

Es un sistema resultante de la superposición de unidades de albañilería unidas entre sí por mortero formando un conjunto monolítico llamado muro. (Abanto, 2012).

La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primero nivel, además el elemento estructural principal frente a solicitaciones sísmicas es el muro confinado (Comentarios de la Norma E.070 Albañilería, 2008).

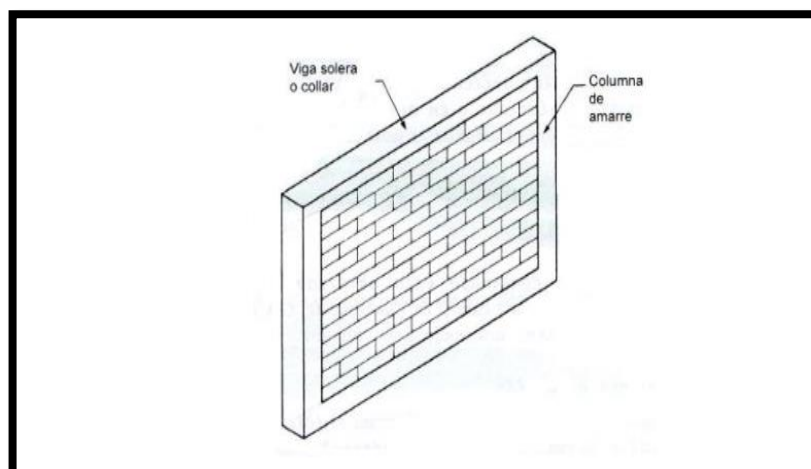


Figura N° 03. Muro confinado. (Fuente: Flavio Abanto Castillo, "Análisis y diseño de edificaciones de albañilería").



Según El Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070 (Albañilería) – Artículo 20; un muro confinado es aquel que cumple:

- Que quede enmarcado en sus cuatro lados por elementos de concreto armado verticales (Columnas) y horizontales (Vigas Soleras), aceptándose la cimentación de concreto como elemento de confinamiento horizontal para el caso de los muros ubicados en el primer piso.
- Que la distancia máxima centro a centro entre las columnas de confinamiento sea dos veces la distancia entre los elementos horizontales de refuerzo y no mayor que 5 m. en el caso de que no se cumpla esa condición se pierde la acción de confinamiento en la parte central de la albañilería tornándose incontrolable el tamaño de las grietas en esa región, De cumplirse esta condición, así como la de emplearse el espesor mínimo. La albañilería no necesitaría ser diseñada ante acciones sísmicas ortogonales a su plano, excepto cuando exista excentricidad de la carga vertical.

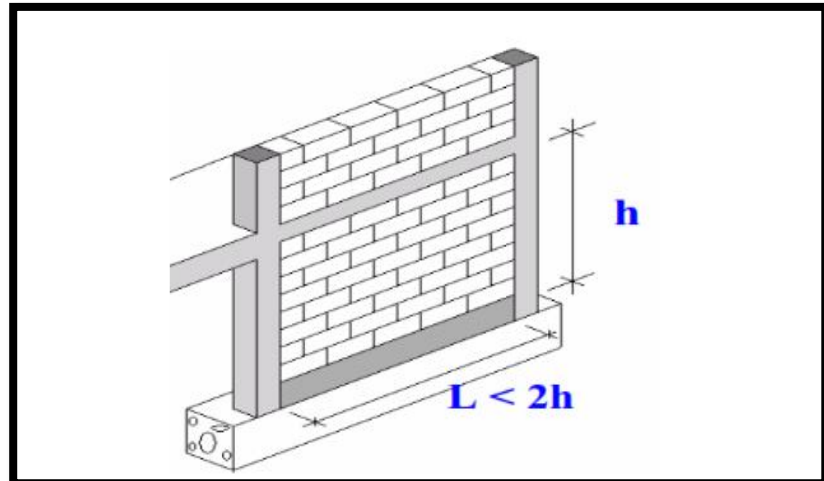


Figura N° 04. Distancia máxima entre columnas de confinamiento. (Fuente: San Bartolomé, "Comentarios a la Norma E.070 Albañilería").

- Que se utilice unidades de acuerdo a la tabla siguiente:

TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más.	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos.	Muro portante en todo edificio.
Sólido Artesanal	No	Sí, hasta 2 pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Tabla N° 01. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales. (Fuente: NTP E.070 artículo 5.3).

- Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.
- Que todos los empalmes y anclajes de la armadura desarrollen plena capacidad a la tracción.



- Que los elementos de confinamiento funciones integralmente con la albañilería.
- La conexión columna - albañilería podrá ser dentada o a ras:
  - a. En el caso de emplearse una conexión dentada, la longitud de la unidad saliente no excederá de 5 cm y deberá limpiarse de los desperdicios de mortero y partículas sueltas antes de vaciar el concreto de la columna de confinamiento.
  - b. En el caso de emplearse una conexión a ras, deberá adicionarse "chicotes" o "mechas" de anclaje (salvo que exista refuerzo horizontal continuo) compuestos por varillas de 6 mm de diámetro, que penetren por lo menos 40 cm al interior de la albañilería y 12,5 cm al interior de la columna más un dobléz a 90° de 10 cm; la cuantía a utilizar será de 0.001.

En el caso de que exista albañilería en ambos lados de la columna, las mechas atraviesan horizontalmente a las columnas y se embuten en la albañilería.
- Que utilice elementos de confinamiento, con una resistencia a la compresión mínima de  $f'c=17,15 \text{ Mpa}$ .
- El peralte mínimo de la viga solera será igual al espesor de la losa de techo.



- El espesor mínimo de las columnas y solera será igual al espesor efectivo del muro.
- El peralte mínimo de la columna de confinamiento será de 15cm.

### 2.1.2.3 ALBAÑILERÍA ARMADA

Según El Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070 (Albañilería), Capítulo II – Artículo 3 – 3.2. Definiciones; refiere:

- Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos.
- A los muros de Albañilería Armada también se les denomina Muros Armados.

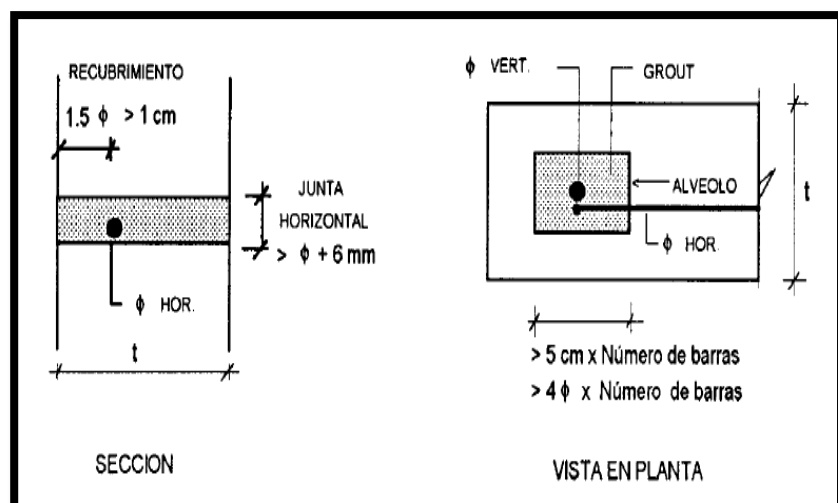


Figura N° 05. Muro armado su recubrimiento y dimensiones mínimas de los alveolos. (Fuente: Ángel San Bartolomé, Construcciones de Albañilería-Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural”).



Según El Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070 (Albañilería)- Artículo 12; un muro armado es aquel que cumple:

- Los empalmes del refuerzo vertical podrán ser por traslape, por soldadura o por medios mecánicos.
  - a. Los empalmes por traslape serán de 60 veces el diámetro de la barra.
  - b. Los empalmes por soldadura sólo se permitirán en barras de acero ASTM A706 (soldables), en este caso la soldadura seguirá las especificaciones dadas por AWS.
  - c. Los empalmes por medios mecánicos se harán con dispositivos que hayan demostrado mediante ensayos que la resistencia a tracción del empalme es por lo menos 125% de la resistencia de la barra.
  - d. En muros cuyo diseño contemple la formación de rótulas plásticas, las barras verticales deben ser preferentemente continuas en el primer piso empalmándose recién en el segundo piso (\*). Cuando no sea posible evitar el empalme, éste podrá hacerse por soldadura, por medios mecánicos o por traslape; en el último caso, la longitud de empalme será de 60 veces el diámetro de la barra y 90 veces el diámetro de la barra en forma alternada.

- El refuerzo horizontal debe ser continuo y anclado en los extremos con doblez vertical de 10 cm en la celda extrema.

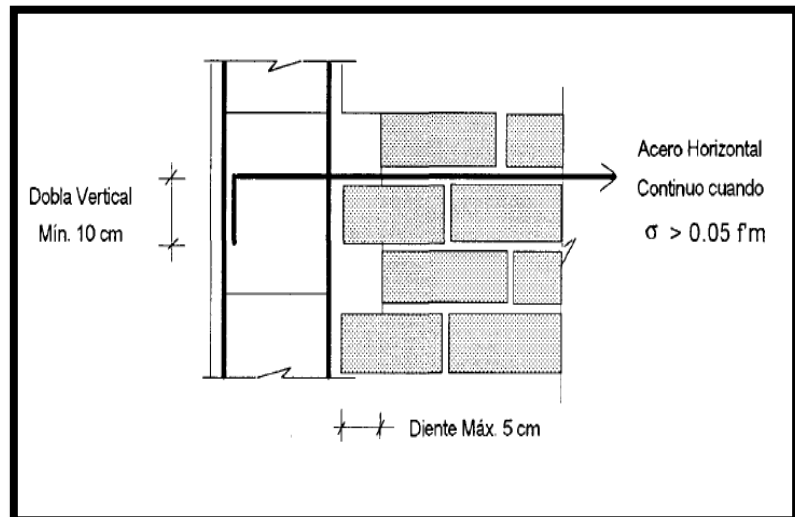


Figura N° 06. Detalle del anclaje del refuerzo horizontal continuo. (Fuente: Ángel San Bartolomé, *Construcciones de Albañilería-Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural*”).

- Las varillas verticales deberán penetrar, sin doblarlas, en el interior de los alvéolos de las unidades correspondientes.
- Para asegurar buena adhesión entre el concreto líquido y el concreto de asiento de la primera hilada, las celdas deben quedar totalmente libres de polvo o restos de mortero proveniente del proceso de asentado; para el efecto los bloques de la primera hilada tendrán ventanas de limpieza. Para el caso de muros totalmente llenos, las ventanas se abrirán en todas las celdas de la primera hilada; en el caso de muros parcialmente rellenos, las ventanas se abrirán solo en las celdas que alojen refuerzo vertical. En el interior de estas ventanas se



colocará algún elemento no absorbente que permita la limpieza final.

- Para el caso de la albañilería parcialmente rellena, los bloques vacíos correspondientes a la última hilada serán taponados a media altura antes de asentarlos, de tal manera que por la parte vacía del alvéolo penetre el concreto de la viga solera o de la losa del techo formando llaves de corte que permitan transferir las fuerzas sísmicas desde la losa hacia los muros. En estos muros, el refuerzo horizontal no atravesará los alvéolos vacíos, sino que se colocará en el mortero correspondiente a las juntas horizontales.
- Para el caso de unidades apilables no son necesarias las ventanas de limpieza; la limpieza de la superficie de asiento se realizará antes de asentar la primera hilada.
- Antes de encofrar las ventanas de limpieza, los alvéolos se limpiarán preferentemente con aire comprimido y las celdas serán humedecidas interiormente regándolas con agua, evitando que esta quede empozada en la base del muro.
- El concreto líquido o grout se vaciará en dos etapas. En la primera etapa se vaciará hasta alcanzar una altura igual a la mitad del entrepiso, compactándolo en diversas capas, transcurrido 5 minutos desde la compactación de la última capa, la mezcla será



recompactada. Transcurrida media hora, se vaciará la segunda mitad del entrepiso, compactándolo hasta que su borde superior esté por debajo de la mitad de la altura correspondiente a la última hilada, de manera que el concreto de la losa del techo, o de la viga solera, forme llaves de corte con el muro. Esta segunda mitad también se deberá recompactar. Debe evitarse el vibrado de las armaduras para no destruir la adherencia con el grout de relleno.

- Los alvéolos de la unidad de albañilería tendrán un diámetro o dimensión mínima igual a 5 cm por cada barra vertical que contengan, o 4 veces el mayor diámetro de la barra por el número de barras alojadas en el alvéolo, lo que sea mayor.
- El espesor del grout que rodea las armaduras será  $1\frac{1}{2}$  veces el diámetro de la barra y no deberá ser menor de 1 cm a fin de proporcionarle un recubrimiento adecuado a la barra.
- En el caso que se utilice planchas perforadas de acero estructural en los talones libres del muro, primero se colocarán las planchas sobre una capa delgada de mortero presionándolas de manera que el mortero penetre por los orificios de la plancha; posteriormente, se aplicará la siguiente capa de mortero sobre la cual se asentará la unidad inmediata superior. Para el caso de



albañilería con unidades apilables las planchas se colocarán adheridas con apóxico a la superficie inferior de la unidad.

- En el caso que se utilice como refuerzo horizontal una malla electrosoldada con forma de escalerilla, el espaciamiento de los escalones deberá estar modulado de manera que coincidan con la junta vertical o con la pared transversal intermedia del bloque, de manera que siempre queden protegidas por mortero. Las escalerillas podrán usarse como confinamiento del muro sólo cuando el espaciamiento de los escalones coincida con la mitad de la longitud nominal de la unidad.

## 2.2. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

### 2.2.1 GENERALIDADES

Según Ángel San Bartolomé, "Construcciones de Albañilería- Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural"; refiere:

Las unidades empleadas en las construcciones de albañilería son básicamente hechas de arcilla (cerámicas), arena-cal (sílico-calcáreo) y de concreto. De acuerdo a su tamaño, éstas son denominadas Ladrillos y Bloques. Se les llama ladrillos cuando pueden ser manipulados y asentados con una mano; y bloques, cuando por su peso y dimensiones se tiene que emplear ambas manos.



En Nuevo Chimbote se comercializan las unidades de concreto y de arcilla para la ejecución de una edificación convencional y son adquiridas en los principales centros comerciales de la ciudad.

Las unidades de concreto pueden ser ladrillos o bloques y se fabrican en los tipos sólido, hueco y perforado. Lo peculiar de la fabricación de unidades de concreto es que las mezclas pueden ser dosificadas para producir unidades de resistencias variables dentro del mismo tipo de unidad.

Los ladrillos de arcilla pueden ser artesanales o industriales y en Nuevo Chimbote se fabrican los tipos sólido, hueco, alveolar y tubular. El sólido se produce artesanalmente; los tipos hueco y alveolar sólo se producen industrialmente; y el tubular se produce artesanal e industrialmente.

En esta investigación se usaron materiales, mano de obra y procesos constructivos peruanos; para así obtener los coeficientes de corrección por esbeltez de  $f'm$  acordes con nuestra realidad.



Figura N° 07. Unidades de albañilería de ferreterías Dino, en la ciudad de Nuevo Chimbote. (Fuente: propia).



## 2.2.2 CLASIFICACIÓN

### 2.2.2.1 SEGÚN SU MATERIA PRIMA

#### a. Ladrillo de arcilla cocida

Tanto en el Perú como en el extranjero existe una variedad tremenda en las unidades de arcilla, esto se debe a los diversos procesos de elaboración y materia prima empleada.

Las arcillas empleadas como materia prima para la fabricación de los ladrillos se clasifican en calcáreas y no calcáreas. Las primeras contienen un 15% de carbonato de calcio, que da lugar a unidades de color amarillento; en las segundas, predomina el silicato de alúmina con un 5% de óxido de hierro, que le proporciona un tono rojizo. Las mejores arcillas contienen un 33% de arena y limo; es necesario que exista arena para reducir los efectos de contracción por secado de la arena.

#### b. Ladrillo y bloque de sílice-calcareos

La materia prima consiste de cal hidratada (10%) y arena (con un 75% de sílice), lo que da lugar a unidades de color blanco grisáceo, aunque puede añadirse pigmentos que le proporcionan otras tonalidades.

La dosificación de los materiales (incluyendo agua) se hace en peso, y para el moldeo de las unidades se utilizan prensas mecánicas o hidráulicas. Luego, las unidades se endurecen curándolas a vapor en cámaras





“autoclave” con elevada presión (entre 8 y 17 atmosferas). Durante este proceso la cal reacciona químicamente con el silicio, formando un agente cementante (silicato cálcico hidratado) que une las partículas de arena.

La ventaja de estas unidades sobre las de arcilla es que sus dimensiones entre el estado crudo y el producto terminado prácticamente no varían; asimismo, por el proceso mecanizado en su fabricación, tienen muy poca variación en su resistencia a compresión, que suele ser alta. La principal de estas unidades es que su textura es suave, con poros muy cerrados, esto hace que la adherencia mortero – unidad sea reducida; por esta razón, últimamente se han producido unidades sílico – calcáreas con estrías y perforaciones en su superficie de asentado.

### **c. Ladrillo de concreto**

La ventaja de las unidades de concreto sobre las anteriores es que dependiendo de la dosificación que se emplee (cemento – arena – confitillo - agua), pueden lograrse unidades con una resistencia que dependa del uso a que se destine. Estas unidades pueden ser artesanales (ladrillos) o industriales (ladrillos y bloques), con un tono gris verdoso, aunque puede agregarse pigmentos que varíen de color. Su textura usual es



gruesa con poros abiertos, y su peso puede aligerarse empleando piedra pómez como agregado.

### 2.2.2.2 SEGÚN EL MÉTODO DE FABRICACIÓN

Este proceso es de lo más variado, lo que da lugar a unidades artesanales, semi-industriales e industriales, con gran diferencia en sus formas, resistencias y dimensiones.

#### a. Artesanal

La extracción del material en la cantera se hace con picos, lampas y carretillas (proceso artesanal).

En la ciudad de Chimbote Las unidades artesanales se producen en precarias canchas, muchas veces provisionales, incluso a pie de obra donde serán utilizadas, mediante procedimientos rudimentarios y sin ningún control de calidad. Por ello, el aspecto del ladrillo producido artesanalmente refleja su pobre proceso de fabricación.

#### b. Industrial

La extracción del material en la cantera se hace con palas mecánicas (proceso industrial). Posteriormente, se tamiza el material empleando mallas metálicas, para de este modo eliminar las piedras y otras materias extrañas. La molienda de la materia prima puede ser apisonándola o con molinos. El mezclado de la materia prima con agua y arena, se realiza dejando dormir la



tierra durante un día (artesanal, como el adobe), o empleando maquinas dosificadoras al peso.

### 2.2.2.3 SEGÚN EL ÁREA QUE OCUPAN LOS ORIFICIOS

Independientemente del material, las unidades de albañilería se clasifican en base a los orificios perpendiculares o paralelos a la cara de asiento que puedan tener las unidades.

Dado que el criterio para esta clasificación es el comportamiento en la falla, se ha observado que cuando los orificios son paralelos a la cara de asiento, la falla siempre será frágil, mientras que cuando los orificios son perpendiculares, dependerá del área de estos orificios en relación al área de la unidad. Cuando las unidades tienen un volumen de vacíos muy pequeño, la falla sigue siendo dúctil. El riesgo de una falla frágil se incrementa cuando el volumen de los orificios excede un determinado valor.

Abanto y San Bartolomé encontraron que es posible emplear unidades hasta con 33% de vacíos, más allá del cual su comportamiento se torna frágil; ambos sugieren en limitar su uso a un 25% de vacíos. Por eso, la norma E-070 del Reglamento Nacional de Edificaciones limita estos orificios hasta un 30% del área de la cara de asiento, mientras que la Norma Técnica Peruana 331.017 limita su uso hasta con 25% de vacíos.



### **a. Huecas**

De acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E.070 (albañilería) del RNE, se denomina unidad de albañilería hueca o perforada, a la unidad cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área menor al 70% del área bruta en el mismo plano. De acuerdo a la NTP 331.017, se denomina unidad de albañilería hueca o perforada, a la unidad cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área menor al 75% del área bruta en el mismo plano. Se utilizan para construir muros no portantes y en el análisis estructural no se consideran los orificios.

### **b. Solidas**

De acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E.070 (albañilería) del RNE, se denomina unidad de albañilería sólida o maciza, a la unidad cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano. De acuerdo a la NTP 331.017, se denomina unidad de albañilería sólida o maciza, a la unidad cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 75% del área bruta en el mismo plano. Se



utilizan para construir muros portantes y no portantes y en el análisis estructural no se consideran los orificios.

### **c. Tubulares**

La normativa peruana, tanto la Norma Técnica de Edificación E.070 (albañilería) del RNE como la NTP 331.017 coinciden en denominar a la unidad de albañilería tubular o pandereta, a la unidad con huecos paralelos a la superficie de asiento. Se utilizan para la construcción de muros no portantes, tales como muros divisorios, los cuales no cumplen ninguna función portante. El ladrillo pandereta no cubre los requisitos normativos nacionales para su uso en muros portantes, tiene una elevada porción de vacíos y sus dimensiones externas e internas son ligeramente menores que los de un ladrillo macizo o sus similares para muros portantes. Se debe limitar su uso para edificaciones de hasta dos pisos, debido a que se presenta una diferencia apreciable en la base de un muro pandereta y sobre todo en las demandas de distorsión máxima en comparación a la distorsión máxima admisible. Incluso para estas edificaciones, la densidad de muros debería de ser alta para conseguir un comportamiento adecuado frente a un evento sísmico.



## 2.2.3 COMPONENTES

### 1.5.1 UNIDADES DE ARCILLA Y CONCRETO

La unidad de arcilla consta de tres componentes básicos: arcilla, agua y arena para su manufactura, siendo la arcilla el componente principal y el que le da una consistencia trabajable; la arena que es la que evita que la arcilla tenga demasiadas contracciones y expansiones en el proceso de cocción y el agua que actúa como un solvente.

#### a. Arcilla:

La arcilla está constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratado, procedente de la descomposición de minerales de aluminio. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, siendo blanca cuando es pura.

Químicamente, es un silicato hidratado de alúmina, cuya fórmula es:



Se caracteriza por adquirir plasticidad al ser mezclada con agua, y también sonoridad y dureza al calentarla por encima de 800° C. El diámetro de las partículas de la arcilla es inferior a 0.002 mm. Son suelos de grano fino; las partículas individuales no pueden distinguirse fácilmente a simple vista. Algunos sistemas de clasificación de suelos los distinguen por su tamaño de partículas. En otros sistemas, la plasticidad es la



característica determinante, o sea la capacidad de deformarse con rapidez sin cuartearse, desmoronarse o cambiar de volumen y con relativamente poco rebote cuando se elimina la fuerza deformante.

Pierde su plasticidad cuando se seca y su fuerza cuando se moja. Además se contrae y se cuartea cuando seca y se expande cuando se repone la humedad. La arcilla estratificada contiene capas delgadas de limo. Se formó por variaciones periódicas en sedimentación y, en general, su color es alternativamente claro y oscuro.

Las arcillas pueden clasificarse en suaves, medianas y duras, según el contenido de humedad y de la consolidación anterior. Son materiales satisfactorios para cimentaciones bajo las condiciones adecuadas. Debido a su cohesividad, la arcilla puede contraerse sobre declives muy pronunciados de forma temporal. También puede transmitir presiones laterales moderadas alrededor de una pequeña excavación. Además, ya que la arcilla es impermeable, puede usarse para evitar que entre agua en una excavación.

#### **b. El agua:**

El agua que se emplee tanto en la fabricación de morteros como en tabiques y en las mezclas en la construcción debe ser limpia, que no contenga elementos que puedan ser perjudiciales. Asimismo



deben de eliminarse las aguas duras y materias orgánicas, sales y sobre todo los sulfatos, grasas y cloruros. En general puede utilizarse agua potable o aquella que cumpla con la Normativa ASTM C-59.

### **c. Arena:**

En la fabricación del tabique no se deben utilizar únicamente arcillas plásticas, pues los ladrillos sufren gran contracción y deformación al pasar por el proceso de cocimiento. A la pasta debe mezclarse arena en proporción no mayor de una quinta parte del total; sólo cuando falte plasticidad a las arcillas se le podrán mezclar arcillas plásticas o en su defecto margas o calizas.

Como regla empírica y genérica, para conocer las propiedades de una arena, basta tomar un puñado de la fila de almacenaje y apretarla con la mano; "si inca en la piel es prueba de que tiene propiedades adherentes, tirela y frótese la mano, si queda relativamente limpia, la arena no tiene exceso de finos perjudiciales.

En general, los agregados, tanto gruesos como finos deben reunir las siguientes condiciones.

- Limpieza. Deben estar limpios con el objeto de que exista mayor adherencia (como ejemplo, el barro la limitaría); si los agregados no son limpios habrá que lavarlos.





- Elementos orgánicos. Deben estar limpios de estos elementos, pues su presencia alteraría las relaciones químicas del cemento y afectaría su resistencia.
- Resistencia. La fatiga a compresión de la roca de la cual provienen, debe ser mayor o igual que la fatiga del concreto proyectado y poco porosa para que absorban menos agua.
- Sanidad. Los agregados deben ser sanos (no debe haber impurezas en ellos) para que, al sufrir cambios de temperatura, su volumen no aumente excesivamente.

#### **d. Cemento:**

El cemento que se emplea en la fabricación de las unidades de concreto, es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua.

### **2.2.4 PROPIEDADES**

Es necesario conocer las propiedades de las unidades para tener una idea sobre la resistencia de la albañilería, así como su durabilidad ante el intemperismo. Las propiedades relacionadas con la resistencia de la albañilería son:

- Resistencia a compresión axial,
- Resistencia a la tracción,



- Envoltente de falla,
- Variabilidad dimensional,
- Eflorescencia,
- Absorción,
- Coeficiente de saturación.

Al determinarse estas propiedades de las unidades de albañilería se tendrá un mejor análisis de los efectos producidos por las cargas muertas, cargas vivas, sismo, viento, torsiones, cambio de temperatura, etc.

Al respecto, San Bartolomé (1994) ofrece una descripción práctica sobre las aplicaciones de cada una de las categorías mencionadas, que se transcribe a continuación.

**Tipo I:** Estos ladrillos tienen una resistencia y durabilidad muy baja; son aptos para exigencias mínimas (viviendas de 1 o 2 pisos), evitando el contacto directo con la lluvia o el suelo.

**Tipo II:** Ladrillos de baja resistencia y durabilidad; son aptos para usarse bajo condiciones de servicio moderadas (no deben estar en contacto directo con la lluvia, suelo o agua).

**Tipo III:** Ladrillos de mediana resistencia y durabilidad; aptos para construcciones sujetas a condiciones de bajo intemperismo.

**Tipo IV:** Ladrillos de alta resistencia y durabilidad; aptos para ser utilizados bajo condiciones rigurosas de servicio. Pueden



estar sujetos a condiciones moderadas de intemperismo, en contacto con lluvias intensas, suelo y agua.

**Tipo V:** Tienen resistencia y durabilidad elevada, son aptos para condiciones de servicio muy rigurosas, pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo similares al tipo IV.

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070 (Albañilería) cada uno de estos tipos de unidad de albañilería normalizada deberá cumplir con las características especificadas en la (tabla N° 02).

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f'_{cb}$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100mm	Hasta 150mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque $P^{(1)}$	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque $NP^{(2)}$	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

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

**Tabla N° 02 Clasificación de las unidades de albañilería según Norma de Albañilería (E-070). (Fuente: Norma de Albañilería E-070)**

### 2.2.4.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL

La resistencia a la compresión de la unidad es, por sí sola, su principal propiedad y la que finalmente determina la resistencia a la compresión del muro de albañilería ( $f'm$ ). En general, unos valores altos de resistencia a la compresión señalan una buena calidad para todos los fines



estructurales y de exposición. Los valores bajos, en cambio, son muestra de unidades que producirán albañilería poco resistente y poco durable. La resistencia a la compresión depende de la naturaleza del material y del contenido regulado de elementos desgrasantes, como una cantidad prudencial de cal y cuarzo contenidos en la arcilla. Lamentablemente, esta propiedad es difícil de medir adecuadamente. De un lado, la gran variedad de formas y dimensiones de las unidades, principalmente de sus alturas, impide relacionar el resultado del ensayo de compresión con la verdadera resistencia de la masa componente. Esto se debe a los efectos de la forma y de la esbeltez en el valor medido y a la restricción, ocasionada por los cabezales de la máquina de compresión, que modifica el estado de esfuerzos de la unidad. La resistencia a la compresión, tal como se mide actualmente en el ensayo de compresión estándar, es función no sólo de la resistencia intrínseca de la masa, sino de la altura del testigo y de su forma. Consecuentemente, los valores obtenidos son sólo indicativos generales del comportamiento estructural de diferentes unidades cuando integran la albañilería asentada con mortero y/o llenas con concreto líquido. Asimismo, su durabilidad debe ser juzgada acompañando al resultado del ensayo de



compresión valores de la absorción máxima y del coeficiente de saturación.

#### **2.2.4.2 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN**

Se evalúa en relación al alabeo debido a que la resistencia a la tracción es una medida de la resistencia a la tracción indirecta o a la tracción por flexión.

Al igual que la resistencia a la compresión, sólo constituye una medida de la calidad de la unidad. Su evaluación debería realizarse cuando exista la incertidumbre de utilizar una unidad tipo IV o V, o cuando se tenga un alto alabeo que puede inducir a la unidad a una falla de tracción por flexión.

Dicha incertidumbre se da cuando se requiere condiciones de servicio riguroso o moderado, donde se requiere alta resistencia a la compresión, resistencia a la penetración de la humedad y a la acción severa del frío.

En un muro sometido a compresión, la falla ocurre por tracción transversal de la unidad de la albañilería, mientras ella se encuentre en una situación de cargas triaxiales. Por ello es importante evaluarla, especialmente en la fabricación de muros portantes bajo condiciones de servicio riguroso o moderado, por lo que se recomienda el uso de unidades de tipo IV o V.



### 2.2.4.3 VARIABILIDAD DIMENSIONAL

Aunque es una propiedad física, influye en el comportamiento resistente del muro. Por lo que a mayor variación dimensional, mayor espesor de la junta y mientras mayor sea el espesor de la junta, menor será la resistencia a compresión y la fuerza cortante del muro de albañilería.

Las dimensiones de la unidad, según el RNE, Norma E.070 (albañilería), se expresan como: largo x ancho x altura, en centímetros. El largo y el ancho se refieren a la superficie de asiento, y las dimensiones nominales – comerciales – usualmente incluyen 1cm de junta.

La variabilidad dimensional define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta, con mayores variaciones, en la necesidad de aumentar el espesor de la junta de mortero por encima de lo estrictamente necesario por adhesión, que es de 9 a 12mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión.

La prueba de variación dimensional es necesario efectuarla para determinar el espesor de las juntas de la albañilería. Debe hacerse notar que por cada incremento de 3mm en el espesor de las juntas horizontales – adicionales al mínimo requerido de 10mm, la resistencia a compresión de albañilería disminuye en 15%; esto también produce disminución en la resistencia al corte.



Se puede concluir entonces que la calidad del ladrillo determina el espesor de las juntas y la resistencia del muro en compresión y corte.

#### **2.2.4.4 EFLORESCENCIA**

La eflorescencia es un fenómeno que consiste en la formación de polvo de sales solubles, de color blanco en la superficie de muros de ladrillos nuevos, mientras están secando.

La causa para la formación de estas manchas blanquecinas es la presencia de sales en los ladrillos o en la arena con la que se elabora el mortero; estas sales reaccionan con el agua utilizada en la preparación de la mezcla provocando el fenómeno durante el secado del muro.

Por lo tanto, si las unidades de albañilería se saturan para asentarlas, la eflorescencia aumenta. Por este motivo, las unidades de albañilería deben protegerse de la humedad y durante el secado ser humedecidas sólo estrictamente lo necesario para obtener una adecuada adhesión con el mortero. Cuando existe una cantidad considerable de sal en los componentes del muro y es trasladada a la superficie del muro por agua permanente en el suelo (humedad natural), y riego de jardines o por fugas de agua de las tuberías, puede causar la desintegración del muro. El



peligro de la eflorescencia es mayor en las unidades de albañilería de arcilla, sobre todo en aquellas de baja calidad, de reducida resistencia y elevado grado de succión (que es el caso de las unidades artesanales).

#### **2.2.4.5 ABSORCIÓN**

Es una medida de la permeabilidad de la unidad de albañilería. En las unidades de arcilla no debe exceder el 22%. Las unidades de albañilería con absorción mayor al 22% serán más porosas, y por lo tanto, menos resistente a la acción de la intemperie. La unidad porosa absorberá agua del mortero, secándolo e impidiendo el adecuado proceso de adherencia mortero-unidad, lo que influye en la disminución de la resistencia del muro. Las Normas Peruanas limitan dicho valor debido a que la principal causa de la durabilidad es el intemperismo, y las unidades porosas son menos resistentes a la acción de la intemperie. Este aspecto pierde importancia cuando los muros tienen recubrimiento suficiente para protegerlos del intemperismo.

#### **2.2.4.6 COEFICIENTE DE SATURACIÓN**

El efecto es semejante al de la absorción. Es una medida de la facilidad con que una unidad puede saturarse con agua. Para unidades de albañilería de arcilla, el coeficiente de saturación debe ser menor a 0.85. Las unidades con valores mayores a 0.85, son demasiados absorbentes





(muy porosos) y por lo tanto, poco durables y susceptibles a la acción de la intemperie.

## **2.2.5 ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD**

### **2.2.5.1 MUESTREO**

El muestreo debe ser efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se debe seleccionarse al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. De las cuales cinco unidades de albañilería serán ensayadas a compresión y las otras cinco a absorción. (NTP, Norma E.070).

### **2.2.5.2 VARIACIÓN DIMENSIONAL**

Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

Es importante analizar la variación dimensional, 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 de la junta por encima de lo estrictamente necesario por adhesión, que es de 10 a 15 mm, conduce a una albañilería menos resistente a compresión y a fuerza cortante.



### 2.2.5.3 ALABEO

Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se sigue el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613.

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.

### 2.2.5.4 SUCCIÓN

Los ensayos de succión se realizan de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

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. Cuando se presenta una alta succión, el agua del mortero es absorbida rápidamente por la unidad de albañilería inferior, produciendo la deformación y el endurecimiento del mortero, lo que impide un contacto completo e íntimo con la cara de la unidad superior. El resultado es una adhesión pobre e incompleta, dejando uniones de baja resistencia y permeables al agua.



El RNE, Norma E.070 - Albañilería (SENCICO 2008), recomienda que la succión al instante de asentarse esté comprendida entre 40 gr/min en un área de 200 cm<sup>2</sup>; debido a esta recomendación es indispensable en el proceso constructivo, que las unidades se humedezcan.

#### **2.2.5.5 ABSORCIÓN**

Los ensayos de absorción se realizan de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

La 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.

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.

#### **2.2.5.6 RESISTENCIA A COMPRESIÓN**

Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectúan los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

La resistencia a compresión es la principal propiedad de las unidades de albañilería. Los valores altos señalan una



buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición, los valores bajos en cambio señalan unidades que producirán albañilería poco resistente y poco durable. La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ( $f'b$ ) se obtiene restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra. La resistencia de cada espécimen se calcula dividiendo la carga de rotura entre el área bruta de la superficie de asiento. Este ensayo se realiza a una velocidad de carga de 5 ton/min.

## 2.3. PILAS DE ALBAÑILERÍA

### 2.3.1 CONCEPTO

Las pilas de albañilería son prismas compuestos por dos o más unidades de albañilería (ladrillos) enteras, asentadas una sobre otra mediante mortero. La altura de los prismas no debe ser excesiva, a fin de facilitar su construcción, almacenaje y transporte desde la obra hacia el laboratorio. Estas pilas, a la edad de 28 días, son ensayadas a compresión axial y los resultados se utilizan para diseñar estructuralmente los muros de los edificios y para controlar la calidad de la albañilería en la construcción. Sin embargo, la resistencia característica a compresión axial de las pilas ( $f'm$ ) depende de la esbeltez, que es la relación que existe entre la altura y el espesor del prisma. El RNE, Norma E.070 Albañilería (SENCICO 2008), establecen un valor nominal de esbeltez igual a



5. Además establecen coeficientes de corrección para esbelteces menores que cinco. Estos coeficientes son los mismos en ambas normas y se aplican multiplicando a la resistencia a compresión axial obtenida del ensayo, para de este modo estimar la resistencia que se obtendría con la esbeltez nominal.

## 2.3.2 CARACTERÍSTICAS

### 2.3.2.1 NÚMERO DE HILADAS.

Para definir la altura de las pilas de albañilería, se considerará lo siguiente:

- La facilidad constructiva empleando un número entero de unidades, el almacenaje en obra, la facilidad en el transporte desde la obra hasta un laboratorio, la maniobrabilidad en el laboratorio a fin de aplicarles refrentado e instalarlas en la máquina de ensayos. Así, por ejemplo, se descartaron las pilas de 5 hiladas hechas con bloques de concreto vibrado (BCV) por ser muy grandes y pesadas.
- El rango de esbelteces y la esbeltez nominal especificada por SENCICO (2008).
- Considerando los puntos mencionados, las pilas hechas con ladrillos de arcilla (KKA, KKI, y Pandereta) tuvieron 2, 3 y 4 hiladas, mientras que las pilas hechas con ladrillos de concreto (KKC) también tuvieron 2, 3 y 4 hiladas.



## 2.4. AGREGADOS

### 2.4.1 CONCEPTO

Según El Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.060 (Concreto Armado), Capítulo II notación y definiciones – Artículo 2.2; refiere:

Agregado es un material granular de origen natural o artificial como arena, grava, piedra triturada, y escoria de hierro de alto horno, empleado como un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.

Concreto simple – capítulo 2 agregados para mortero o concreto – Ing, Gerardo A. Rivera L.; Refiere:

Los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compactado (piedra artificial), conocido como mortero o concreto.

Como agregados de las mezclas de mortero o concreto se puede considerar, todos aquellos materiales que teniendo una resistencia propia suficiente (resistencia de la partícula), no perturben ni afecten desfavorablemente las propiedades y características de las mezclas y garanticen una adherencia suficiente con la pasta endurecida del cemento Portland.

En general, la mayoría son materiales inertes, es decir, que no desarrollan ningún tipo de reacciones con los demás componentes de las mezclas, especialmente con el cemento; sin embargo, existen algunos agregados cuya fracción más fina presenta



actividades en virtud de sus propiedades hidráulicas colaborando con el desarrollo de la resistencia mecánica, tales como: las escorias de alto horno de las siderúrgicas, los materiales de origen volcánico en donde hay sílice activo, entre otros.

Pero hay algunos otros agregados, que presentan elementos nocivos o eventualmente inconvenientes que reaccionan afectando la estructura interna del concreto y su durabilidad, como por ejemplo, los que presentan elementos sulfurados, los que contienen partículas pulverulentas más finas o aquellas que se encuentran en descomposición latente como algunas pizarras.

## **2.4.2 ARENA GRUESA**

### **2.4.2.1 DEFINICIÓN**

Naturaleza y Materiales del Concreto – capítulo 4 –  
Agregados – Enrique Rivva López.; Refiere:

Se define como agregado fino a aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el Tamiz NTP 9.4mm (3/8") y cumple con los límites establecidos en las normas NTP 400.037 ó ASTM C-33.

### **2.4.2.2 REQUISITOS**

Naturaleza y Materiales del Concreto – capítulo 4 –  
Agregados – Enrique Rivva López.; Refiere:

El agregado podrá consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias; de perfil preferentemente angular;



duras; compacta y resistente; libre de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas para el concreto.

### 2.4.2.3 GRANULOMETRÍA

Naturaleza y Materiales del Concreto – capitulo 4 – Agregados – Enrique Rivva López.; Refiere:

El agregado estará graduado dentro de los límites indicados en las Normas NTP 400.037 ó ASTM C-33. La granulometría seleccionada será preferentemente uniforme y continua, con valores retenidos en las mallas N°04 a N°100 de la Serie Tyler. Se recomiendan para el agregado los siguientes límites.

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
3/8" (9.50mm)	100
N° 4 (4.75mm)	95 – 100
N° 8 (2.36mm)	80 – 100
N° 16(1.18mm)	50 - 85
N° 30 (600 micrones)	25 - 60
N° 50 (300 micrones)	10 – 30
N° 100 (150 micrones)	2 - 10

**Tabla N°03. Usos Granulométricos para el agregado fino. (Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037).**

El porcentaje retenido en dos mallas sucesivas no excederá del 45%. Si el agregado es empleado en concretos con aire incorporado y un contenido de cemento





mayor de 255 kg/m<sup>3</sup>; o si el concreto es sin aire incorporado y un contenido de cemento mayor de 300 kg/m<sup>3</sup>; o si una adición mineral aprobada es empleada para suplir las deficiencias en el porcentaje que pasa dichas mallas, el porcentaje indicado para las mallas N° 50 y N° 100 podrá ser reducido a 5% y 0% respectivamente.

Preferentemente el módulo de fineza no deberá ser menor de 2.3 ni mayor a 3.1 debiendo ser mantenido dentro de los límites de más o menos 0.2 del valor asumido para la selección de las proporciones de la mezcla o rechazar el agregado, para compensar las variaciones en la granulometría. Estos ajustes no deberán significar reducción en el contenido de cemento.

En relación con la granulometría del agregado fino deberá tenerse en consideración lo siguiente:

- a. Las arenas muy finas pueden obligar a incrementar la relación agua cemento, lo que puede significar consistencias más altas y, a igualdad de estas, menos resistencia.
- b. El efecto del agregado fino sobre la consistencia es mayor que el del agregado grueso debido a su mayor superficie específica.
- c. En mezclas de alto contenido de material cementante sin pérdida importante de la consistencia.



## 2.4.2.4 PROPIEDADES DE LA ARENA GRUESA

### 2.4.2.4.1 DENSIDAD

La densidad de los agregados depende tanto de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es de especial importancia en todos aquellos casos en que, por resistencia o durabilidad, se requieren concretos con un peso por encima o debajo de aquel que corresponde a concretos usuales.

Las bajas densidades generalmente indican material poroso, poco resistente y de alta absorción. Tales características, cuando ello fuere necesario, deberán ser confirmadas por ensayos de laboratorio.

### 2.4.2.4.2 DUREZA

Se define como dureza de un agregado a su resistencia a la erosión, abrasión o, en general, el desgaste. La dureza de las partículas depende de sus constituyentes.

Entre las mejores rocas a emplear en concretos que deben ser resistentes a procesos de abrasión o erosión, figuran el cuarzo, la cuarzita,



las rocas densas de origen volcánico y las rocas silicosas.

La determinación de la dureza de un agregado se hace sometiéndolo a un proceso de desgaste por abrasión. El ensayo más empleado es el conocido como el Método de Los Ángeles, realizado de acuerdo con lo especificado en la Norma ASTM C-131. Este método combina procesos de desgaste por abrasión y frotamiento.

#### **2.4.2.4.3 MÓDULO DE ELASTICIDAD**

El módulo de elasticidad es definido como el cambio de esfuerzos con respecto a la deformación elástica, considerándosele como una medida de la resistencia del material a las deformaciones. El módulo de elasticidad de los agregados se determina en muy contadas ocasiones. Sin embargo, desde que la deformación que experimenta el concreto es, parcialmente, una deformación del agregado, es razonable pensar que mayor será el módulo de elasticidad del concreto conforme aumenta el de los agregados que lo íntegra. Es importante recordar que el valor del módulo de elasticidad



del agregado tiene especial influencia sobre la magnitud del escurrimiento plástico y la contracción que pueden presentarse en el concreto.

### **2.4.3 CAL**

#### **2.4.3.1 DEFINICIÓN**

Construcciones de Albañilería-Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural- Ángel San Bartolomé 1994; Refiere:

De emplearse cal en el mortero, esta debe ser hidratada y normalizada; la razón por la cual la cal debe ser normalizada se debe a que pueden existir partículas muy finas, que en vez de funcionar como aglomerante lo hacen como residuos inertes. El peso volumétrico de la cal es del orden 640 kg/m<sup>3</sup>.

La cal viva proviene de la calcinación (quemado a temperaturas del orden de 1000°C) de la piedra caliza.

Luego se procede con el apagado (hidratación) de la cal viva, agregando agua para formar la cal hidratada (hidróxido de calcio).

Cuando se emplea cal en el mortero, esta (a diferencia del cemento) endurece muy lentamente al reaccionar con el anhídrido carbónico del ambiente, en un proceso llamado carbonatación.

La carbonatación resulta beneficiosa para el mortero por dos razones:



1. Las fisuras se sellan a lo largo del tiempo al formarse cristales de carbonato de calcio, los que proveen alguna resistencia adicional sobre la dada por el cemento.
2. Al endurecer lentamente se favorece la retentividad de la mezcla.

## **2.4.4 AGUA**

### **2.4.4.1 CONCEPTOS GENERALES**

Según El Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.060 (Concreto Armado), Capítulo III – Artículo 3.4; refiere:

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser, de preferencia, potable.

Se podrán utilizar aguas no potables sólo si:

- a. Están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias que puedan ser dañinas al concreto, acero de refuerzo o elementos embebidos.
- b. La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basa en ensayos en los que se ha utilizado agua de la fuente elegida.
- c. Los cubos de mortero para ensayos, hechos con agua no potable, deben tener resistencias a los 7 y 28 días, de por lo menos 90% de la resistencia de muestras similares hechas con agua potable. La comparación de los ensayos de resistencia debe hacerse en morteros



idénticos, excepto por el agua de mezclado, preparados y ensayados.

Las sales u otras sustancias nocivas presentes en los agregados y/o aditivos deberán sumarse a las que pueda aportar el agua de mezclado para evaluar el contenido total de sustancias inconvenientes.

#### 2.4.4.2 REQUISITOS DE CALIDAD

El agua que ha de ser empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de preferencia, potable, libre cualquier sustancia suelta que afecten a las propiedades del elemento. No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse. A continuación se presenta, en partes por millón, los valores aceptados como máximos para el agua utilizada en el concreto:

<b>CLORUROS</b>	300 ppm
<b>SULFATOS</b>	300 ppm
<b>SALES DE MAGNESIO</b>	150 ppm
<b>SALES SOLUBLES TOTALES</b>	500 ppm
<b>PH</b>	Mayor a 7
<b>SOLIDOS EN SUSPENSION</b>	1,500 ppm
<b>MATERIA ORGANICA</b>	10 ppm

Tabla N° 04. Valores aceptados en ppm del agua para concreto. (Fuente: *Naturaleza y Materiales del concreto-Enrique R.L.*)



La norma Peruana NTP 339.088 considera aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:

- a. El contenido máximo de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido, será de 3mg/l (3 ppm).
- b. El contenido de residuo insoluble no será mayor de 5gr/l (5000 ppm).
- c. El PH estará comprendido entre 5.5 y 8.0.
- d. El contenido de sulfatos, expresado como ion  $SO_4$ , será menor de 0.6 gr/l (600 ppm).
- e. El contenido de cloruros, expresado como ion Cl, será menor de 1 gr/l (1000 ppm).
- f. El contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (Alcalinidad total) expresada en  $NaHCO_3$ , será menor de 1gr/l (1000 ppm).
- g. Si la variación de color es un requisito que se desea controlar, el contenido máximo de fierro, expresado en ion férrico, será de 1 ppm.

El agua deberá estar libre de azúcares o sus derivados.

Igualmente lo estará de sales de potasio o de sodio.

El agua empleada para la preparación del mortero para el asentado de las unidades de albañilería en la construcción de las pilas de albañilería es potable y cumple con los límites permisibles según la NTP 339.088.



## 2.4.5 CEMENTO

### 2.4.5.1 CONCEPTOS GENERALES

Según El Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.060 (Concreto Armado), Capítulo I – Artículo 2 – 2.1. Definiciones; refiere:

Que el Cemento es, Material Pulverizado que por Adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos. NORMA ITINTEC 334.001.

De otro lado, define al Cemento Portland, Producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan al 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker. NORMA ITINTEC 334.001.

En palabras sencillas, es el producto que se obtiene al cocer en un horno a elevadas temperaturas (1.400°-1.800°) y en la debida proporción, piedra, caliza y arcilla obteniéndose el Clinker al que se añade piedra de yeso y la mezcla se muele en molinos hasta convertirla en polvo que es el cemento.





## 2.4.5.2 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS

A pesar de que el cemento representa solamente entre 6% y 15% en peso de la mezcla, sus propiedades influyen grandemente en el comportamiento del mismo en cuanto a trabajabilidad y resistencia.

Algunas de las propiedades físicas importantes de este material cementante son las presentadas a continuación:

### 2.4.5.2.1 PESO ESPECÍFICO

El peso específico del cemento corresponde al material al estado más compacto. Su valor suele variar, para los cementos Portland normales, entre 3.0 y 3.2. Las Normas Norteamericanas consideran un valor promedio de 3.15. En el caso de los cementos combinados el valor es menor de 3.0 y depende de la fineza del material adicionado.

Cuando el cemento contiene adiciones minerales que lo convierten en un cemento combinado, con una densidad menor a la del clinker puro, los valores indicados descienden notablemente, al igual que en el caso de los cementos meteorizados. Usualmente en el Perú se considera un valor del orden de 2.97 para los



cementos Tipo IP e IPM. (Pablo Portugal Barriga, 20

Su determinación es particularmente necesaria en relación con el control y Diseño de las mezclas de concreto y se sigue las recomendaciones de la Norma ASTM C-188.

#### **2.4.5.2.2 FINURA**

La fineza de un cemento es función del grado de molienda del mismo y se expresa por su superficie específica, la cuales definida como el área superficial total, expresada en  $\text{cm}^2$ , de todas las partículas contenidas en un gramo de cemento. Se asume que todas las partículas tienen un perfil esférico.

Dicha propiedad influye en el calor de hidratación, en la ganancia de resistencia y en la trabajabilidad de la mezcla de concreto. Los materiales cementantes más finos reaccionan de forma más rápida al contacto con el agua, con un correspondiente incremento en la ganancia de resistencias tempranas. También influye en la trabajabilidad, ya que a mayor finura del cemento se incrementa el área superficial. La finura del cemento estará definida por el



tamaño de la partícula del material; esta propiedad se expresa como: Retenido en tamiz No.325 (45  $\mu\text{m}$ ); Blaine: Superficie específica  $\text{cm}^2/\text{g}$ .

#### **2.4.5.2.3 HIDRATACIÓN**

Es la reacción que se produce entre el agua y los componentes del cemento. Los factores determinantes en este proceso son el clinker, yeso, finura, temperatura y cantidad de agua.

#### **2.4.5.2.4 TIEMPO DE FRAGUADO**

Se refiere al cambio que sufre la pasta de cemento del estado fluido al estado rígido. Dicho valor es un índice del rango en el cual la reacción de hidratación está ocurriendo y se desarrolla la resistencia. Los productos formados por la hidratación constituyen un gel formando inicialmente una pasta más o menos fluida o plástica. El fraguado se produce en dos fases:

- **Fraguado inicial:** Se da cuando la masa empieza a perder plasticidad, aun cuando incluso se nota cierta consolidación.



- **Fraguado final:** Cuando por si solo y sin que se someta la pasta a presiones o cargas, esta conserva su forma.

#### 2.4.5.2.5 RESISTENCIA MECÁNICA

La resistencia del mortero o el concreto endurecido, esta con relación a las características del cemento usado. Dicha propiedad se determina a través de la resistencia a la compresión en cubos de mortero preparados, usando una arena de graduación estandarizada según la Norma ASTM C-109.

Clasificación de los cementos en función del desarrollo de su resistencia:

- **Alta resistencia inicial:** en 72 horas alcanzan valores superiores a 4000 psi.
- **Endurecimiento rápido:** son los que teniendo una resistencia considerable a 28 días, a la edad de 3 días han desarrollado al menos un 60% de su resistencia.
- **Endurecimiento lento:** hasta los 7 días su crecimiento es lento, luego incrementa rápidamente pero de manera especial de los 28 a 90 días.



### 2.4.5.2.6 CALOR DE HIDRATACIÓN

El fraguado y endurecimiento de la pasta es un proceso químico por lo que, durante las reacciones que tienen lugar entre los compuestos del cemento y el agua, la hidratación del cemento es acompañada por liberación de una cantidad de calor, la cual depende principalmente de la composición química y de la fineza del cemento. De lo expuesto puede definirse al calor de hidratación como a la cantidad de calor, expresada en calorías por gramo de cemento no hidratado, desarrollada por hidratación completa a una temperatura determinada. El calor de hidratación de los cementos normales es de 85 a 100 cal/gr., por lo que en las condiciones normales de construcción el calor se disipa rápidamente por radiación, siendo los cambios de temperatura dentro de la estructura relativamente pequeños y probablemente de pocas consecuencias.

### 2.4.6 MORTERO

#### 1.5.1 DEFINICIÓN

Según El Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070 (Albañilería), Capítulo III – Artículo 6 – 6.1.

Definiciones; refiere:



El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado.

Según (Gallegos y Casabonne, 2005), refiere:

La construcción tradicional de albañilería utiliza unidades asentadas con mortero. El mortero cumple la función de asumir las inevitables irregularidades de las unidades y sobre todo la de unir las o adherirlas con estabilidad durante el proceso constructivo proveyendo rigidez en la hilada que permite el asentado de la siguiente y formar un conjunto durable, impermeable y con cierta resistencia a la tracción. Podemos decir que el mortero es un adhesivo y su adhesión fuerte, total y durable con la unidad de albañilería es su principal objetivo, y todas sus propiedades incluida la resistencia a la compresión son incidentales. Se debe diferenciar entre las propiedades del mortero de acuerdo al estado plástico y su estado endurecido. En el estado plástico, la propiedad esencial del mortero es su temple, es decir la cualidad de ser manipulado con el badilejo, de ser esparcido fácilmente sobre la superficie de las unidades, de adherirse a superficies verticales de las unidades y de lograr contacto íntimo y completo con las irregularidades de los ladrillos. Cohesión, plasticidad, fluidez, retentividad, en conjunto definen el temple del mortero, en la práctica se



cuantifica la fluidez del mortero y su retentividad. En la construcción la retentividad se evidencia por la capacidad del mortero de permanecer trabajable después del contacto con la primera unidad, lo que permite el asentado cómodo de la unidad superior y así la adhesión homogénea.

Según (San Bartolomé, 1994), refiere:

El mortero a emplearse debe ser trabajable haciendo uso de la máxima cantidad de agua posible (se recomienda un Slum de 6 pulgadas medido en el cono de Abrams, evitando la segregación y de tal manera que no se aplaste con el peso de las hiladas superiores. Para edificaciones de más de 3 pisos se recomienda usar un mortero en proporción volumétrica (cemento portland Tipo I: arena gruesa) 1:3 o 1:4, mientras que para edificaciones de 1 a 2 pisos es suficiente en emplear la mezcla 1:5, el uso de arena fina en el mortero no es adecuado, por elevar la contracción de secado y porque debido al tamaño uniforme de sus granos, forman espacios vacíos difíciles de llenar con el cementante. El volumen de mortero (M) en m<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> de muro, puede calcularse como:

El volumen de mortero (M) en m<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> de muro, puede calcularse como:

$$M = t - C \times \text{Volumen de un ladrillo}$$



Dónde:

$t$  = espesor del muro (m).

$C$  = cantidad de ladrillos por  $m^2$  de muro.

Al resultado debe agregársele 20% por compactación de vacíos y 5% por desperdicios (un total de 25%); si la unidad es perforada adicionar 50%. Luego ese volumen se reparte en partes de cemento y arena de acuerdo a las proporciones de la mezcla.

## 1.5.2 COMPONENTES

### a) Los materiales aglomerantes del mortero pueden

**ser:**

De acuerdo con el tipo de material a utilizar en la conformación del muro de albañilería se utilizará cemento portland cemento adicionado normalizadas y cal hidratada normalizada de acuerdo con las normas técnicas peruanas correspondientes. (nota de edición ICG: este guion ha sido corregido de acuerdo a fe de erratas D.S.N° 011-2006-VIVIENDA 21 de junio 2006).

### b) El agregado fino será:

Material natural como arena gruesa, libre de materiales orgánica y de sales, el cual puedan perjudicar la adherencia entre en mortero y la unidad de albañilería.





**c) El agua será:**

De preferencia potable y libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y material orgánica.

**1.5.3 CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES**

Los morteros se clasifican en:

**a) Tipo P:** muros construidos para resistir o soportar elementos estructurales de una edificación.

**b) Tipo NP:** elementos no estructurales tienen la característica de no aportar rigidez lateral al sistema lateral.

**2.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

- **Absorción:** medida de la permeabilidad de la unidad de albañilería (San Bartolomé, 1994).
- **Absorción máxima:** medida de la cantidad de agua que puede contener una unidad saturada (San Bartolomé, 1994).
- **Adhesión:** resistencia en tracción de la interface mortero - unidad de albañilería (San Bartolomé, 1994).
- **Aditivo:** se define aditivo como un material distinto del agua, del agregado, o del cemento, el cual es utilizado como un componente del concreto y que se añade a este, antes o durante el mezclado, a fin de modificar una o algunas de sus propiedades (Rivva, 1990).



- **Alabeo:** es la deformación curvilínea de la superficie del ladrillo o pieza refractaria, que se produce durante su fabricación. (NTE INEN 571, 1981)
- **Albañilería Estructural:** Son las construcciones de albañilería que han sido diseñadas racionalmente, de tal manera que las cargas actuantes durante su vida útil se transmitan adecuadamente a través de los elementos de albañilería (convenientemente reforzados) hasta el suelo de cimentación. (San Bartolomé, 1994).
- **Albañilería o Mampostería:** se define como un conjunto de unidades trabadas o adheridas entre sí con algún material como el mortero de barro o de cemento. Las unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobes, tapias, ladrillos y bloques) (San Bartolomé, 1994).
- **Construcción de Albañilería:** es todo aquel sistema donde se ha empleado básicamente unidades de albañilería (muros, vigas, pilastras, etc.). Estos elementos a su vez están compuestos por unidades de arcilla, sílice-cal, o de concreto adheridas con mortero de cemento o concreto fluido (grout). (San Bartolomé, 1994).
- **Hilada:** una franja horizontal de mortero y unidad de albañilería (San Bartolomé, 1994).
- **Mortero:** es la mezcla de un aglomerante y agregado fino, realizada por vía húmeda. Cuando el mortero se prepara con más de un aglomerante se denomina mortero bastardo (Regal, 1961).  
Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería (Norma E.070).



- **Pila de albañilería:** Las pilas de albañilería son prismas compuestos por dos o más hiladas de unidades enteras (ladrillos o bloques) asentadas una sobre la otra mediante mortero, con una altura total que no debe ser excesiva a fin de facilitar su construcción, almacenaje y transporte desde la obra hacia un laboratorio. Estas pilas, con una edad nominal de 28 días, se ensayan a compresión axial y los resultados se utilizan para diseñar estructuralmente los muros de un edificio (Quiun,2005).
- **Resistencia:** La resistencia del concreto está definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado a que el concreto está destinado a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad (Rivva, 1990).
- **Trabajabilidad:** propiedad reológica de los morteros que define la facilidad de su manejo con el badilejo (San Bartolomé, 1994).
- **Unidad de Albañilería:** Ladrillos y bloques (San Bartolomé, 1994).
- **Unidad de Albañilería Sólida (o Maciza):** Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano (Norma E.070).



# **CAPITULO III**

## **MATERIALES Y METODOS**



## **CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS.**

### **3.1. METODO DE ESTUDIO**

El presente trabajo esta referido a la determinación de los factores de corrección por esbeltez de la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería en la zona – Nuevo Chimbote, con el fin de obtener un factor de corrección a las fórmulas dadas por el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070 (Albañilería), para lo cual se utilizaron métodos estadísticos para determinar el valor promedio de la resistencia a compresión axial por esbeltez de las pilas de albañilería.

Para obtener esta información se realizaron 60 pilas de albañilería construidos y ensayadas en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Nacional del Santa – Nuevo Chimbote.

#### **Población:**

Lugares de producción de unidades de albañilería en la ciudad de Nuevo Chimbote.

#### **Muestra:**

60 pilas construida con unidades de albañilería adquiridas de ferreterías DINO en la ciudad Nuevo Chimbote – Santa – Ancash.

### **3.2. MATERIALES:**

#### **a. Materiales.**

- 02 cuadernos para apuntes.
- 03 millares de papel bond Atlas A4 80 gr.



- 01 kit de útiles de escritorio.
- 01 cartucho de tinta para impresora EPSON L210 Color y negro.
- 02 discos duros externos TOSHIBA 1 TB c/u.
- 02 calculadoras científicas HP 50G.

**b. Equipos.**

- 01 laptop LENOVO INTEL® CORE™ i3-4005U CPU@1.7 GHz, 12.00 GB de RAM.
- 01 impresora EPSON L210 Color y negro.
- Camioneta VOLKSWAGEN 4x4 TUAREG.
- 02 cámaras digitales marca SANSUNG.
- Zaranda Eléctrica.
- Prensa de compresión ASTM C-39, AASHTO T-22.
- Horno Eléctrico.
- Balanza.

**c. Servicios.**

- Típeo e impresiones.
- Fotocopiado y empastados.
- Movilidad y viáticos.
- internet y correo electrónico.
- Desarrollo, asesoría y co-asesoría del Proyecto.

**d. Locales.**

- Biblioteca de la Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Nacional del Santa.



### 3.3. TECNICAS, PROCEDIMIENTOS E INSTRUMENTOS

Para recolectar datos se utilizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

**Muestreo.** - Según lo establecido en la Norma E.070 (albañilería), se procedió a realizar el muestreo de un lote compuesto por hasta 50 millares de unidades de las cuales se tomaron 15 unidades de cada tipo de unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones, absorción, succión, alabeo y resistencia a compresión axial.

### 3.4. ENSAYOS DE LABORATORIO

#### 3.4.1 DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería de la zona de Chimbote, se tomó en consideración los procedimientos indicados en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

#### Herramientas:

- Vernier.
- Regla graduada metálica.
- Wincha.
- Cuaderno de apuntes.
- Cámara fotográfica.

#### Materiales:

- 05 unidades de albañilería de cada serie.

#### Procedimiento:

- Las muestras de unidades fueron medidas con el Vernier y se determinó el promedio de cada dimensión (largo, ancho, alto)

en mm. La variación dimensional se determinó para cada arista de las 5 unidades de albañilería seleccionadas por cada serie.



Figura N° 08. Medida de la caras de las unidades de albañilería. (Fuente: propia).

- Expresión:

$$\%v = \frac{(DE - DP)}{DE} \times 100$$

Dónde:

DE = Dimensión específica.

DP = Dimensión media promedio.

### 3.4.2 DETERMINACIÓN DEL ALABEO

Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se siguió el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.613.

#### Herramientas:

- Cuña graduada.
- Cuaderno de apuntes.
- Cámara fotográfica.

#### Materiales:

- 05 unidades de albañilería de cada serie.



**Procedimiento:**

- Se midieron las muestras con la cuña de madera graduada al milímetro, introduciéndola en el punto de mayor concavidad o convexidad correspondiente a la superficie de asentado del espécimen.
- Se determinó el promedio de todos los ensayos realizados.

		
<p>Medida del alabeo en el ladrillo King Kong de 18 huecos estructura.</p>	<p>Medida del alabeo en el ladrillo King Kong de arcilla cocida.</p>	<p>Medida del alabeo en el ladrillo King Kong de concreto.</p>

Figura N° 09. Medida del alabeo en las unidades de albañilería. (Fuente: propia).

**3.4.3 DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DEL LADRILLO**

Los ensayos de absorción se realizaron de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.1613.

**Equipos:**

- Balanza, capacidad 4 000 gr.
- Horno Eléctrico - temperatura  $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

**Herramientas:**

- Hoja de reporte.
- Cámara fotográfica.

**Materiales:**

- 05 unidades de albañilería de cada serie.

**Procedimiento:**

- Se determinó el peso saturado (mínimo 24 horas bajo agua).
- Se determinó el peso seco (mínimo 24 horas en horno).

		
<p>Se sumerge 5 unidades secas en una batea.</p>	<p>Se deja durante 24 horas sumergidas en la batea.</p>	<p>Después de 24 horas se pesa la unidad (Wa).</p>

Figura N° 10. Medida de la absorción en las unidades. (Fuente: propia).

- Expresión:

$$\%Abs = \frac{(W_a - W_s)}{W_s} \times 100$$

Dónde:

Wa = Peso saturada luego de 24 horas de inmersión (gr).

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

**3.4.4 DETERMINACIÓN DE LA SUCCIÓN DEL LADRILLO**

De acuerdo a la NTP 399.604 y 399.613. La succión fue determinada en gramos de agua absorbidos por cada cm<sup>2</sup> de superficie puesta en contacto con el agua en un minuto.

**Equipos:**

- Balanza, capacidad 4 000 gr.
- Horno Eléctrico - temperatura 100 ± 5°C.

**Herramientas:**

- Hoja de reporte.
- Cronómetro

- cámara fotográfica.

**Materiales:**

- 5 unidades de albañilería de cada serie.

**Procedimiento:**

- Se pesó cada ladrillo con precisión de 0.1 g, posteriormente se deseca a una temperatura comprendida entre 100 y 110 °C hasta peso constante,  $w_i$ .
- Se midió el área  $A$  de la cara de la pieza que va a estar en contacto con el agua, precisión de 1%, descontando el área de los taladros o perforaciones en la cara de asiento en caso tuvieran.
- En una bandeja de vidrio nivelada transparente, se añadió agua hasta que queden cubiertos los apoyos para la colocación de ladrillos, unos 3 a 10mm.
- Cada pieza fue colocada en posición de asiento o tabla sobre los apoyos, y se mantiene así durante 1 minuto. Se saca y se seca superficialmente con ayuda de un paño y se obtiene su peso,  $W_s$  en gramos.

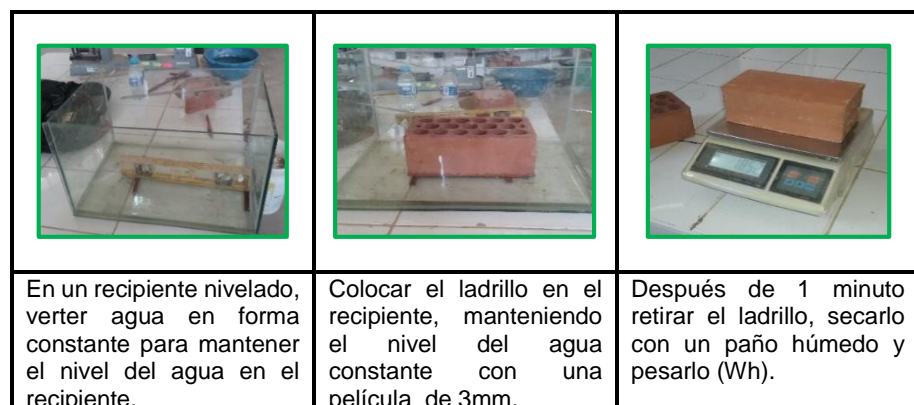


Figura N° 11. Medida de la succión de las unidades.(Fuente:propia).



- Expresión:

$$Su = \frac{(Ws - Wi)}{A} \times 200$$

Dónde:

**Ws** = Peso en gramos del ladrillo después de la inmersión

**Wi** = Peso en gramos del ladrillo antes de la inmersión

**A** = Área en cm<sup>2</sup> de la superficie de la unidad.

Como resultado del ensayo se obtuvo el valor individual de la succión de cada uno de los ladrillos y el valor promedio de las 5 muestras de cada serie.

### 3.4.5 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuaron los ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604.

#### Equipos:

- Prensa de compresión ASTM C-39, AASHTO T-22.

#### Herramientas:

- Hoja de reporte.
- cámara fotográfica.

#### Materiales:

- 5 unidades de albañilería de cada serie.

#### Procedimiento:

- se inicia el ensayo realizando el muestreo de las unidades para determinar las unidades más aceptables, luego se ensayaron

las unidades en la máquina de compresión de axial, La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ( $f'b$ ) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

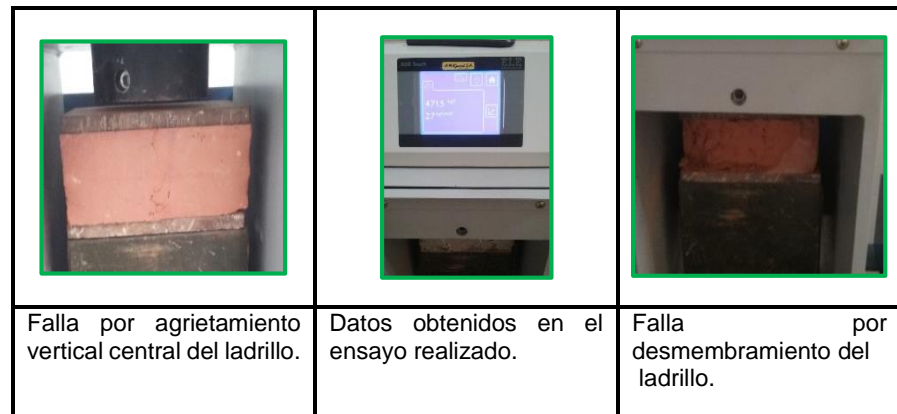


Figura N° 12. Fallas de las unidades de albañilería. (Fuente: propia).

### 3.4.6 ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE LA ARENA

El agregado es sometido al ensayo de Granulometría, se determinó mediante lo establecido en la normativa (ASTM C 4-03). Se utilizó la cantidad de muestra necesaria para el ensayo, por lo que una vez tamizado queda el porcentaje requerido en los tamices seleccionados.

Los tamices que se utilizaron en el ensayo fueron:

GRANULOMETRIA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4.75 mm)	100
N° 8 (2.36 mm)	95 a 100
N° 16 (1.18 mm)	70 a 100
N° 30 (0.60 mm)	40 a 75
N° 50 (0.30 mm)	10 a 35
N° 100 (0.15 mm)	2 a 15
N° 200 (0.075 mm)	Menos de 2

Tabla N° 05. Granulometría de la arena gruesa. (Fuente: NTP, Norma E.070-Abañilería.)

**Equipos:**

- Balanza, capacidad 4 000 gr.
- Zaranda Eléctrica.

**Herramientas:**

- Hoja de reporte.
- cámara fotográfica.

**Materiales:**

- agregado (arena gruesa).

**Procedimiento:**

- Se seleccionó la muestra mediante el método del cuarteo.
- Se depositó la muestra en la zarandadora que mediante sus movimientos mecánicos y vibratorios separa las muestras en cada tamiz.
- El material retenido en cada tamiz fue pesado en la balanza y se determinó los porcentajes de retención de acuerdo al tamaño de la partícula de arena.



Figura N° 13. Ensayo de granulometría de la arena gruesa. (Fuente: propia).



### 3.4.7 PESO UNITARIO DE LA ARENA

Se determinó mediante lo establecido en la normativa (NPT 400.017). Este ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino.

#### Equipos:

- Balanza, capacidad 4 000 gr.

#### Herramientas:

- Recipiente con volumen calculado.
- Hoja de reporte.
- cámara fotográfica.

#### Materiales:

- agregado fino (arena gruesa).

#### Procedimiento:

- **Peso unitario compactado:** Se llenó la tercera parte del recipiente de medida y se niveló la superficie con la mano. Se apisonó la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llenó hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes. Finalmente, se llena la medida hasta rebosar, el agregado sobrante se elimina utilizando la regla. Luego se determinó el peso.
- **Peso unitario suelto:** Se llenó el recipiente con un cucharón hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de 50 mm (2") por encima de la parte superior del

recipiente. El agregado sobrante se elimina con una regla. Se determinó el peso del recipiente más su contenido y el peso del recipiente y se registran los pesos.



Figura N° 14. Peso unitario de la arena gruesa. (Fuente: propia).

### 3.4.8 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LA ARENA

Se determinó mediante lo establecido en la normativa (NPT 400.022). Este ensayo cubre la determinación del peso específico y absorción del agregado fino.

#### Equipos:

- Balanza, capacidad 4 000 gr.
- Horno Eléctrico - temperatura  $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

#### Herramientas:

- Fiola de 500ml.
- Molde cónico metálico.
- Varilla para apisonado.
- Dispositivo que genere una corriente aire caliente.
- cámara fotográfica.

#### Materiales:

- agregado fino (arena gruesa).



**Procedimiento:**

- Se seleccionó por cuarteo una cantidad de muestra que se secó en el horno a 100°C, esta muestra fue enfriada a temperatura ambiente, al cual una vez fría se le agregó agua y se le dejó sumergido durante 24 horas.
- Después del periodo de inmersión, se decantó cuidadosamente el agua para evitar la pérdida de finos y se extendió sobre una bandeja, comenzando la operación de desecado mediante un dispositivo que genera corriente de aire caliente, se continuo hasta que las partículas puedan fluir libremente.
- Esta muestra desecada se colocó en el molde cónico el cual fue compactado con 25 golpes de la varilla apisonadora, luego se retiró el molde, y se separó 500 gr de muestra.
- Se pesó la fiola más agua destilada, luego se le añadió la muestra a la fiola y se le agregó agua destilada, luego se le agitó para eliminar el aire incorporado, luego se pesó la fiola, muestra y agua destilada.

		
<p>Determinación de la absorción.</p>	<p>Se le agrega el material (arena) y agua a la fiola.</p>	<p>se presenta el peso de la muestra más fiola,</p>

Figura N° 15. Peso específico y absorción de la arena gruesa. (Fuente: propia).



- Expresión:

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B+S-C}$$

$$\text{Peso específico aparente (s.s.s)} = \frac{A}{B+S-C}$$

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{B+S-C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{S-A}{A} \times 100$$

Dónde:

**A** = Peso al aire de la muestra desecada, en gramos.

**B** = Peso del picnómetro aforado lleno de agua, en gramos.

**C** = Peso del picnómetro, muestra y lleno de agua, en g.

**S** = Peso de la muestra saturada, con superficie seca en g.

### 3.4.9 SLUM DEL MORTERO

Se determinó mediante lo establecido en la normativa NTP 339.035 o ASTM C-143. Este ensayo cubre la determinación del SLUM del mortero para el asentado de las unidades de albañilería.

#### Equipos:

- Cono Abrams.
- Plancha base.

#### Herramientas:

- Varilla lisa
- Wincha métrica.
- cámara fotográfica.

**Materiales:**

- agregado fino (arena gruesa).
- Cemento Tipo I.
- Cal.
- Agua.

**Procedimiento:**

- Consistió en sacar una muestra de mortero de una determinada tanda del bugui.
- Con esta muestra se llenó el cono metálico mediante 3 capas y se chuceo con la varilla lisa, 25 veces cada una.
- Después se niveló y levantó verticalmente el cono metálico y luego se midió su altura entre el cono y el mortero.




		
<p>Proporción de los agrados para el mortero: arena gruesa, cemento tipo I, agua y cal.</p>	<p>Colocación del mortero dentro del cono, previo chuceado cada 3 capas, de 25 veces cada una.</p>	<p>Medida del slum entre el mortero y la varilla de la base. Según RNE E.070 - el Slum es 6".</p>

Figura N° 16. Medida del Slum del mortero. (Fuente: propia).

**3.4.10 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL MORTERO**

La finalidad del presente ensayo fue determinar aspectos importantes de la resistencia que permitirá establecer un control de calidad, especificaciones técnicas, y los modos de falla del mortero utilizados en la construcción de las pilas de albañilería.



### **Equipos:**

- Prensa de compresión ASTM C-39, AASHTO T-22.

### **Herramientas:**

- Nivel de mano.
- badilejo.
- Varilla lisa.
- cámara fotográfica.
- Hoja de reporte.

### **Materiales:**

- agregado fino (arena gruesa).
- Cemento Tipo I.
- Cal.
- Madera tornillo (encofrado).
- Agua.
- 5 especímenes de mortero de arena y cemento.
- 5 especímenes de mortero de arena, cemento y cal.

### **Procedimiento:**

- Se elaboró el encofrado de madera para el vaciado de los cubos de mortero.
- Se preparó la mezcla para el mortero incluyendo cal, se elaboraron especímenes de mortero con dimensiones establecidas, de 5x5x5cm de dimensión.
- Luego de 24 horas del vaciado en los moldes, se desencofro y después se sumergió en agua durante 28 días, las cuales

fueron ensayado en la máquina de compresión axial, obtenido los datos las cuales fueron procesados.

		
<p>Se toma una muestra del mortero que es usado en la construcción de las pilas. Se limpia y engrasa las celdas del molde de madera.</p>	<p>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.</p>	<p>Luego de 28 días, las probetas de mortero se retiran del agua para ser medidas y ensayadas.</p>

Figura N° 17. construcción de los moldes de mortero. (Fuente: Propia).

### 3.4.11 ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS

Se determinó mediante lo establecido en la normativa (ASTM C 1314-03b). La finalidad de presente ensayo fue determinar la resistencia a compresión estándar a diferentes alturas de 4 series diferentes de unidades de albañilería utilizados en la construcción, En esta norma se establece que el número mínimo de pilas a ensayar para la obtención del  $f'_m$ , es 3. Además, cada prisma debió tener una altura mínima de 2 hiladas, con una relación altura – espesor comprendida entre 1.3 y 5.0.

#### Equipos:

- Prensa de compresión ASTM C-39, AASHTO T-22.

#### Herramientas:

- Nivel de mano.
- badilejo.
- Varilla lisa.



- cámara fotográfica.
- Hoja de reporte.

#### **Materiales:**

- Unidades de albañilería.
- agregado fino (arena gruesa).
- Cemento Tipo I.
- Cal.
- Agua.
- 60 pilas de albañilería.

#### **Procedimiento:**

- Los ladrillos de arcilla fueron regados durante  $\frac{1}{2}$  hora unas 15 horas antes de asentarlos, con el objeto de disminuir su elevada succión natural de modo que, al instante de asentarlos, Se utilizó mortero 1:1/2:4 (cemento, cal, arena), para los ladrillos de concreto se humedeció con una brocha, la superficie en contacto con el mortero al instante de ser asentado, Se utilizó mortero 1:4 (cemento, arena).
- Las unidades de albañilería se asentaron con la superficie libre de polvo y sin agua libre. El asentado se realizó presionando verticalmente las unidades. La verticalidad fue controlada con una plomada. Antes del asentado, las unidades fueron seleccionadas eliminando aquellas que presentaban fisuras, o estaban mal cocidas, para posteriormente limpiarlas. En todos los casos, las juntas horizontales de mortero cubrieron toda la

superficie de asentado de la unidad y tuvieron un grosor nominal de 1 cm. Este grosor fue controlado mediante una regla graduada.

- Luego de que las 60 pilas cumplieren 28 días, fueron ensayadas a compresión axial.

		
<p>Sentado de ladrillo pandereta.</p>	<p>Control de verticalidad con nivel de mano.</p>	<p>Identificación de las pilas de albañilería.</p>
		
<p>Rotura de pilas de 4 hiladas.</p>	<p>Rotura de pilas de 3 hiladas.</p>	<p>Datos obtenidos en los ensayos de compresión axial.</p>

Figura N° 18. Ensayo de resistencia a compresión axial de pilas. (Fuente: Propia).



# CAPITULO IV

## RESULTADOS Y DISCUSIONES





## **CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES.**

### **4.1. RESULTADOS**

En el presente capítulo, se detallan los resultados de los ensayos de laboratorio realizados en los laboratorios de la Universidad Nacional del Santa. Se ensayaron las unidades de albañilería y el agregado que se utilizaron para la elaboración de las pilas de albañilería; posteriormente estas pilas fueron ensayadas a compresión axial a los 28 días.

#### **4.1.1. Ensayo de unidades de albañilería**

Se utilizaron las unidades de albañilería (ladrillos King Kong industrial de H18, ladrillos Pandereta industrial, ladrillos King Kong artesanal de arcilla y ladrillos King Kong artesanal de concreto). Adquiridos en la ciudad de Chimbote de la distribuidora DINO-Chimbote.

Para determinar las propiedades de las unidades de albañilería seleccionadas, se realizaron los ensayos de acuerdo a lo establecido por la NTP 399.613 y 399.604. Los resultados se detallan a continuación:

##### **4.1.1.1. Determinación de la variabilidad dimensional.**

En el presente ensayo se determinó la Variación porcentual de las muestras. El proceso se basa en la NTP 399.613 y 399.604.

##### **Resultados:**

Para el ensayo se utilizaron 5 ladrillos enteros y secos, de cada tipo de unidad estudiada. Los cálculos estimados se detallan en las tablas siguientes:



- **Variabilidad Dimensional del Ladrillo King Kong Industrial H18.**

---

**DIMENSIONES DEL LADRILLO KING KONG INDUSTRIAL H18**

---

<b>UNIDAD</b>	<b>LARGO (cm)</b>			
<b>LKKI.VAR - 1</b>	23.70	23.72	23.75	23.80
<b>LKKI.VAR - 2</b>	23.95	23.93	23.90	23.92
<b>LKKI.VAR - 3</b>	23.85	23.80	23.70	23.80
<b>LKKI.VAR - 4</b>	23.90	23.95	23.90	23.95
<b>LKKI.VAR - 5</b>	23.82	23.85	23.85	23.90

<b>UNIDAD</b>	<b>ANCHO (cm)</b>			
<b>LKKI.VAR - 1</b>	12.97	12.93	12.98	12.95
<b>LKKI.VAR - 2</b>	12.94	12.96	12.95	12.98
<b>LKKI.VAR - 3</b>	12.93	12.96	12.97	12.96
<b>LKKI.VAR - 4</b>	12.95	12.96	12.96	12.94
<b>LKKI.VAR - 5</b>	12.98	12.97	12.98	12.97

<b>UNIDAD</b>	<b>ALTURA (cm)</b>			
<b>LKKI.VAR - 1</b>	9.12	9.10	9.11	9.14
<b>LKKI.VAR - 2</b>	9.16	9.15	9.15	9.16
<b>LKKI.VAR - 3</b>	9.14	9.15	9.16	9.15
<b>LKKI.VAR - 4</b>	9.17	9.18	9.17	9.14
<b>LKKI.VAR - 5</b>	9.14	9.12	9.16	9.17

---

**Tabla N° 06. Dimensiones del ladrillo King Kong H18. (Fuente: Propia).**



UNIDAD	L Prom. (cm)	L. Nominal (cm)	%VDL
LKKI.VAR - 1	23.74	24.00	1.07%
LKKI.VAR - 2	23.93	24.00	0.31%
LKKI.VAR - 3	23.79	24.00	0.89%
LKKI.VAR - 4	23.93	24.00	0.31%
LKKI.VAR - 5	23.86	24.00	0.60%
PROM. (%)			<b>0.64%</b>

UNIDAD	A Prom. (cm)	A. Nominal (cm)	%VDA
LKKI.VAR - 1	12.96	13.00	0.31%
LKKI.VAR - 2	12.96	13.00	0.32%
LKKI.VAR - 3	12.96	13.00	0.34%
LKKI.VAR - 4	12.95	13.00	0.35%
LKKI.VAR - 5	12.98	13.00	0.19%
PROM. (%)			<b>0.30%</b>

UNIDAD	H Prom. (cm)	H. Nominal (cm)	%VDH
LKKI.VAR - 1	9.12	9.00	-1.33%
LKKI.VAR - 2	9.16	9.00	-1.72%
LKKI.VAR - 3	9.15	9.00	-1.69%
LKKI.VAR - 4	9.16	9.00	-1.81%
LKKI.VAR - 5	9.15	9.00	-1.63%
PROM. (%)			<b>-1.64%</b>

Tabla N° 07. Variación Dimensional del King Kong H18. (Fuente: Propia).



- **Variabilidad Dimensional del Ladrillo Pandereta Industrial.**

---

**DIMENSIONES DEL LADRILLO PANDERETA INDUSTRIAL**

---

UNIDAD	LARGO (cm)			
LPAND.VAR - 1	22.61	22.62	22.60	22.63
LPAND.VAR - 2	22.50	22.52	22.53	22.55
LPAND.VAR - 3	22.50	22.55	22.50	22.54
LPAND.VAR - 4	22.53	22.54	22.52	22.55
LPAND.VAR - 5	22.54	22.55	22.53	22.54

UNIDAD	ANCHO (cm)			
LPAND.VAR - 1	11.10	11.10	11.12	11.13
LPAND.VAR - 2	10.88	10.84	10.86	10.84
LPAND.VAR - 3	10.84	10.84	10.85	10.84
LPAND.VAR - 4	10.87	10.85	10.87	10.85
LPAND.VAR - 5	10.85	10.86	10.88	10.89

UNIDAD	ALTURA (cm)			
LPAND.VAR - 1	9.12	9.13	9.12	9.10
LPAND.VAR - 2	9.10	9.10	9.11	9.12
LPAND.VAR - 3	9.13	9.12	9.05	9.08
LPAND.VAR - 4	9.14	9.15	9.10	9.11
LPAND.VAR - 5	9.10	9.09	9.08	9.09

Tabla N° 08. Dimensiones del ladrillo Pandereta Industrial (*Fuente: Propia*).



UNIDAD	L Prom.	L. Nominal	%VDL
	(cm)	(cm)	
LPAND.VAR - 1	22.62	23.00	1.67%
LPAND.VAR - 2	22.53	23.00	2.07%
LPAND.VAR - 3	22.52	23.00	2.08%
LPAND.VAR - 4	22.54	23.00	2.02%
LPAND.VAR - 5	22.54	23.00	2.00%
PROM. (%)			<b>1.97%</b>
UNIDAD	A Prom.	A. Nominal	%VDA
	(cm)	(cm)	
LPAND.VAR - 1	11.11	11.00	-1.02%
LPAND.VAR - 2	10.86	11.00	1.32%
LPAND.VAR - 3	10.84	11.00	1.43%
LPAND.VAR - 4	10.86	11.00	1.27%
LPAND.VAR - 5	10.87	11.00	1.18%
PROM. (%)			<b>0.84%</b>
UNIDAD	H Prom.	H. Nominal	%VDH
	(cm)	(cm)	
LPAND.VAR - 1	9.12	9.00	-1.31%
LPAND.VAR - 2	9.11	9.00	-1.19%
LPAND.VAR - 3	9.10	9.00	-1.06%
LPAND.VAR - 4	9.13	9.00	-1.39%
LPAND.VAR - 5	9.09	9.00	-1.00%
PROM. (%)			<b>-1.19%</b>

Tabla N° 09. Variación Dimensional del Pandereta Industrial. (Fuente: Propia).



- **Variabilidad Dimensional del ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla.**

## DIMENSIONES DEL LADRILLO KING KONG ARTESANAL DE ARCILLA

UNIDAD	LARGO (cm)			
LKKA.VAR - 1	21.40	21.42	21.42	21.43
LKKA.VAR - 2	21.30	21.36	21.38	21.39
LKKA.VAR - 3	21.40	21.42	21.45	21.49
LKKA.VAR - 4	21.30	21.32	21.38	21.39
LKKA.VAR - 5	21.35	21.34	21.36	21.32

UNIDAD	ANCHO (cm)			
LKKA.VAR - 1	12.02	11.76	11.81	11.87
LKKA.VAR - 2	11.80	11.86	11.82	11.84
LKKA.VAR - 3	11.81	11.87	11.86	11.85
LKKA.VAR - 4	11.82	11.85	11.83	11.85
LKKA.VAR - 5	11.86	11.85	11.82	11.87

UNIDAD	ALTURA (cm)			
LKKA.VAR - 1	9.12	9.14	9.15	9.13
LKKA.VAR - 2	9.15	9.16	9.12	9.17
LKKA.VAR - 3	9.16	9.12	9.15	9.18
LKKA.VAR - 4	9.18	9.17	9.18	9.14
LKKA.VAR - 5	9.10	9.15	9.18	9.12

Tabla N° 10. Dimensiones del KKA de Arcilla (*Fuente: Propia*).



UNIDAD	L Prom.	L. Nominal	%VDL
	(cm)	(cm)	
LKKA.VAR - 1	21.42	22.00	2.65%
LKKA.VAR - 2	21.36	22.00	2.92%
LKKA.VAR - 3	21.44	22.00	2.55%
LKKA.VAR - 4	21.35	22.00	2.97%
LKKA.VAR - 5	21.34	22.00	2.99%
PROM. (%)			<b>2.81%</b>
UNIDAD	A Prom.	A. Nominal	%VDA
	(cm)	(cm)	
LKKA.VAR - 1	11.87	12.00	1.13%
LKKA.VAR - 2	11.83	12.00	1.42%
LKKA.VAR - 3	11.85	12.00	1.26%
LKKA.VAR - 4	11.84	12.00	1.35%
LKKA.VAR - 5	11.85	12.00	1.25%
PROM. (%)			<b>1.28%</b>
UNIDAD	H Prom.	H. Nominal	%VDH
	(cm)	(cm)	
LKKA.VAR - 1	9.14	9.00	-1.50%
LKKA.VAR - 2	9.15	9.00	-1.67%
LKKA.VAR - 3	9.15	9.00	-1.69%
LKKA.VAR - 4	9.17	9.00	-1.86%
LKKA.VAR - 5	9.14	9.00	-1.53%
PROM. (%)			-1.65%

Tabla N° 11. Variación Dimensional del KKA de arcilla. (Fuente: Propia).



- **Variabilidad Dimensional del ladrillo King Kong Artesanal de Concreto.**

DIMENSIONES DEL LADRILLO KING KONG ARTESANAL DE CONCRETO				
UNIDAD	LARGO (cm)			
LKKC.VAR - 1	22.85	22.83	22.86	22.85
LKKC.VAR - 2	22.90	22.91	22.88	22.88
LKKC.VAR - 3	22.92	22.91	22.90	22.90
LKKC.VAR - 4	22.94	22.91	22.92	22.92
LKKC.VAR - 5	22.90	22.92	22.90	22.91
UNIDAD	ANCHO (cm)			
LKKC.VAR - 1	12.91	13.03	12.95	12.98
LKKC.VAR - 2	12.90	12.97	12.95	12.90
LKKC.VAR - 3	12.94	12.93	12.94	12.95
LKKC.VAR - 4	12.92	12.94	12.92	12.93
LKKC.VAR - 5	12.93	12.95	12.95	12.92
UNIDAD	ALTURA (cm)			
LKKC.VAR - 1	9.01	9.08	9.09	9.10
LKKC.VAR - 2	8.98	9.05	9.00	9.00
LKKC.VAR - 3	9.12	9.13	9.11	9.10
LKKC.VAR - 4	9.11	9.12	9.13	9.11
LKKC.VAR - 5	9.11	9.11	9.10	9.11

Tabla N° 12. Dimensiones del KKA de concreto (*Fuente: Propia*).





UNIDAD	L Prom.	L. Nominal	%VDL
	(cm)	(cm)	
LKKC.VAR - 1	22.85	23.00	0.66%
LKKC.VAR - 2	22.89	23.00	0.47%
LKKC.VAR - 3	22.91	23.00	0.40%
LKKC.VAR - 4	22.92	23.00	0.34%
LKKC.VAR - 5	22.91	23.00	0.40%
PROM. (%)			<b>0.45%</b>
UNIDAD	A Prom.	A. Nominal	%VDA
	(cm)	(cm)	
LKKC.VAR - 1	12.97	13.00	0.25%
LKKC.VAR - 2	12.93	13.00	0.54%
LKKC.VAR - 3	12.94	13.00	0.48%
LKKC.VAR - 4	12.93	13.00	0.55%
LKKC.VAR - 5	12.94	13.00	0.47%
PROM. (%)			<b>0.46%</b>
UNIDAD	H Prom.	H. Nominal	%VDH
	(cm)	(cm)	
LKKC.VAR - 1	9.07	9.00	-0.76%
LKKC.VAR - 2	9.01	9.00	-0.09%
LKKC.VAR - 3	9.12	9.00	-1.28%
LKKC.VAR - 4	9.12	9.00	-1.30%
LKKC.VAR - 5	9.11	9.00	-1.17%
PROM. (%)			<b>-0.92%</b>

Tabla N° 13. Variación Dimensional del KKA de concreto. (Fuente: Propia).



### **Discusión de los ensayos:**

Se obtuvieron los siguientes resultados:

- Ladrillo King Kong Industrial H18 de arcilla, dispersión de -1.64%.
- Ladrillo Pandereta Industrial de arcilla, dispersión de -1.19%.
- Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla, dispersión de -1.65%.
- Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto, dispersión de -0.92%.

De acuerdo a la Norma Técnica E.070 la unidad es aceptable pues no sobrepasa la variabilidad máxima de 3% para ladrillos industriales clase V.

#### **4.1.1.2. Determinación del alabeo.**

Este ensayo tiene en cuenta la Norma NTP 399.613 para su desarrollo. Permitió determinar la mayor concavidad o convexidad del ladrillo.

#### **Resultados:**

Para el ensayo se utilizaron 5 ladrillos enteros y secos, de cada tipo de unidad estudiada. Los cálculos estimados se detallan en las tablas siguientes:



- **Alabeo del Ladrillo King Kong Industrial H18.**

UNIDAD	CONCAVIDAD			CONVEXIDAD		
	Cara Superior (mm)	Cara Inferior (mm)	Promedio (mm)	Cara Superior (mm)	Cara Inferior (mm)	Promedio (mm)
L-1	0.400	0.100	0.250	0.000	0.000	0.000
L-2	0.200	0.200	0.200	0.000	0.000	0.000
L-3	0.600	0.100	0.350	0.000	0.000	0.000
L-4	0.400	0.400	0.400	0.000	0.000	0.000
L-5	0.400	0.200	0.300	0.000	0.000	0.000
PROMEDIO (mm)			0.300	PROMEDIO (mm)		0.000

**Tabla N° 14. Alabeo del ladrillo King Kong Industrial H18. (Fuente: Propia).**

- **Alabeo del Ladrillo Pandereta Industrial.**

UNIDAD	CONCAVIDAD			CONVEXIDAD		
	Cara Superior (mm)	Cara Inferior (mm)	Promedio (mm)	Cara Superior (mm)	Cara Inferior (mm)	Promedio (mm)
L-1	0.000	0.000	0.000	0.300	0.100	0.200
L-2	0.100	0.200	0.150	0.000	0.000	0.000
L-3	0.100	0.100	0.100	0.200	0.100	0.150
L-4	0.200	0.100	0.150	0.100	0.000	0.050
L-5	0.100	0.200	0.150	0.000	0.100	0.050
PROMEDIO (mm)			0.110	PROMEDIO (mm)		0.090

**Tabla N° 15. Alabeo del ladrillo Pandereta Industrial. (Fuente: Propia).**



- **Alabeo del Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla.**

UNIDAD	CONCAVIDAD			CONVEXIDAD		
	Cara Superior (mm)	Cara Inferior (mm)	Promedio (mm)	Cara Superior (mm)	Cara Inferior (mm)	Promedio (mm)
L-1	0.000	0.000	0.000	0.100	0.100	0.100
L-2	0.600	0.100	0.350	0.000	0.000	0.000
L-3	0.000	0.100	0.050	0.400	0.200	0.300
L-4	0.200	0.200	0.200	0.100	0.000	0.050
L-5	0.100	0.300	0.200	0.000	0.300	0.150
	PROMEDIO (mm)		0.160	PROMEDIO (mm)		0.120

Tabla N° 16. Alabeo del Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla. (Fuente: Propia).

- **Alabeo del Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto.**

UNIDAD	CONCAVIDAD			CONVEXIDAD		
	Cara Superior (mm)	Cara Inferior (mm)	Promedio (mm)	Cara Superior (mm)	Cara Inferior (mm)	Promedio (mm)
L-1	0.400	0.100	0.250	0.000	0.000	0.000
L-2	0.200	0.200	0.200	0.100	0.100	0.100
L-3	0.600	0.100	0.350	0.200	0.000	0.100
L-4	0.400	0.400	0.400	0.000	0.200	0.100
L-5	0.400	0.200	0.300	0.000	0.100	0.050
	PROMEDIO (mm)		0.300	PROMEDIO (mm)		0.070

Tabla N° 17. Alabeo del Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto. (Fuente: Propia).



### **Discusión de los ensayos:**

Se obtuvieron los siguientes resultados:

- Ladrillo King Kong Industrial H18 de arcilla, alabeo máximo 0.000 mm.
- Ladrillo Pandereta Industrial de arcilla, alabeo máximo 0.090 mm.
- Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla, alabeo máximo 0.120 mm.
- Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto, alabeo máximo 0.070 mm.

La Norma Técnica E.070 nos dice que el alabeo máximo para unidades es de 2 mm, por lo tanto, nuestras unidades se encuentran dentro de límite permitido por la norma.

#### **4.1.1.3. Determinación de la absorción del ladrillo.**

Para este ensayo de las unidades de albañilería es la determinación del porcentaje de absorción y se analizaron de acuerdo a la normativa NTP 399.604 y 399.1613.

#### **Resultados:**

Para el ensayo se utilizaron 5 ladrillos enteros y secos de cada tipo de unidad estudiada. Los cálculos estimados se detallan en la tabla siguiente:



- **Absorción del Ladrillo King Kong Industrial H18.**

ESPECIMEN	PESO (gr)		ABSORCION (%)
	Seco	Saturado	
L.K.K.I.1	2.841	3.177	11.827
L.K.K.I.2	2.812	3.128	11.238
L.K.K.I.3	2.835	3.149	11.095
L.K.K.I.4	2.815	3.132	11.261
L.K.K.I.5	2.827	3.137	10.966
		PROMEDIO (%)	11.277

Tabla N° 18. Absorción del ladrillo King Kong Industrial H18. (Fuente: Propia).

- **Absorción del Ladrillo Pandereta Industrial.**

ESPECIMEN	PESO (gr)		ABSORCION (%)
	Seco	Saturado	
L.PAND.1	1.852	2.099	13.337
L.PAND.2	1.897	2.147	13.179
L.PAND.3	1.882	2.124	12.835
L.PAND.4	1.858	2.101	13.079
L.PAND.5	1.873	2.132	13.828
		PROMEDIO (%)	13.251

Tabla N° 19. Absorción del Ladrillo Pandereta Industrial. (Fuente: Propia).

- **Absorción del Ladrillo K.K. Artesanal de Arcilla.**

UNIDAD	PESO (gr)		ABSORCION (%)
	Seco	Saturado	
L.K.K.A.1	3.534	4.126	16.752
L.K.K.A.2	3.463	3.946	13.947
L.K.K.A.3	3.551	4.153	16.953
L.K.K.A.4	3.482	3.958	13.670
L.K.K.A.5	3.562	4.172	17.125
		PROMEDIO (%)	15.689

Tabla N° 20. Absorción del Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla.



- **Absorción del Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto.**

ESPECIMEN	PESO (gr)		ABSORCION (%)
	<b>Seco</b>	<b>Saturado</b>	
L.K.K.C.1	4.561	4.875	0.314
L.K.K.C.2	4.649	4.934	0.285
L.K.K.C.3	4.595	4.894	0.299
L.K.K.C.4	4.573	4.888	0.315
L.K.K.C.5	4.625	4.915	0.290
		PROMEDIO (%)	6.536

**Tabla N° 21. Absorción del Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto.**  
(Fuente: Propia).

### Discusión del ensayo:

Se obtuvieron los siguientes resultados:

- Ladrillo King Kong Industrial H18 de arcilla, valor de absorción de 11.277%.
- Ladrillo Pandereta Industrial de arcilla, valor de absorción 13.251%
- Ladrillo King Kong Artesanal de arcilla, valor de absorción 15.689%
- Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto, valor de absorción 6.536%.

La Norma Técnica E.070, señala que para que una unidad sea aceptable, el nivel de absorción de esta, no será mayor que 22%. Las unidades en estudio están dentro de ese límite.



#### 4.1.1.4. Succión

Este ensayo permitió la determinación de la succión en la superficie de asiento de las unidades de albañilería y se analizaron de acuerdo a la normativa NTP 399.604 y 399.1613.

#### Resultados:

Para el ensayo se utilizaron 5 ladrillos enteros y secos de cada tipo de unidad estudiada. Los cálculos estimados se detallan en la tabla siguiente:

- **Succión del Ladrillo King Kong industrial H18.**

Unidad	Peso Seco	Peso Succión	Área Succión	Succión
	(gr)	(gr)	(cm <sup>2</sup> )	
L.K.K.I.SUC. - 01	2841	2878	299.00	24.75
L.K.K.I.SUC. - 02	2843	2882	310.50	25.12
L.K.K.I.SUC. - 03	2845	2879	303.60	22.40
L.K.K.I.SUC. - 04	2841	2875	301.30	22.57
L.K.K.I.SUC. - 05	2843	2881	303.60	25.03
Prom. (gr/ (200 cm <sup>2</sup> xmin)				<b>23.97</b>

Tabla N° 22. Succión del Ladrillo King Kong Industrial H18. (Fuente: Propia).





- **Succión del Ladrillo Pandereta Industrial.**

Unidad	Peso Seco	Peso Succión	Área Succión	Succión
	(gr)	(gr)	(cm <sup>2</sup> )	
L.PAND. SUC - 01	1852	1897	247.50	36.36
L.PAND. SUC - 02	1860	1899	258.75	30.14
L.PAND. SUC - 03	1840	1880	252.00	31.75
L.PAND. SUC - 04	1845	1885	249.75	32.03
L.PAND. SUC - 05	1850	1892	254.25	33.04
Prom. (gr/ (200 cm <sup>2</sup> xmin))				<b>32.66</b>

Tabla N° 23. Succión del Ladrillo Pandereta Industrial. (Fuente: Propia).

- **Succión del Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla.**

Unidad	Peso Seco	Peso Succión	Área Succión	Succión
	(gr)	(gr)	(cm <sup>2</sup> )	
L.K.K.A. SUC - 01	3534	3617	249.21	66.61
L.K.K.A. SUC - 02	3520	3605	244.95	69.40
L.K.K.A. SUC - 03	3532	3610	247.08	63.14
L.K.K.A. SUC - 04	3533	3612	248.04	63.70
L.K.K.A. SUC - 05	3540	3622	250.38	65.50
Prom. (gr/ (200 cm <sup>2</sup> xmin))				<b>65.67</b>

Tabla N° 24. Succión del Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla. (Fuente: Propia).



- **Succión del Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto.**

Unidad	Peso Seco	Peso Succión	Área Succión	Succión
	(gr)	(gr)	(cm <sup>2</sup> )	
L.K.K.C. SUC - 01	4561	4631	286.00	48.95
L.K.K.C. SUC - 02	4565	4638	288.60	50.59
L.K.K.C. SUC - 03	4568	4639	290.40	48.90
L.K.K.C. SUC - 04	4562	4632	288.20	48.58
L.K.K.C. SUC - 05	4568	4640	297.00	48.48
Prom. (gr/ (200 cm <sup>2</sup> xmin))				<b>49.10</b>

**Tabla N° 25. Succión del Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto.**  
(Fuente: Propia).

#### Discusión del ensayo:

Se obtuvieron los siguientes resultados:

- La succión del Ladrillo King Kong Industrial es 23.97.
- La succión del Ladrillo Pandereta Industrial es 32.66.
- La succión del Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla, es 65.67.
- La succión del Ladrillo King Kong Artesanal es 49.10.

La Norma E.070 recomienda que la succión antes del asentado de las unidades esté en el rango de 10-20 gr/(200 cm<sup>2</sup> x min), por lo que fue necesario regar los ladrillos durante media hora, 12 horas antes de proceder a asentarlos.



#### 4.1.1.5. Resistencia a Compresión Axial del Ladrillo.

Este ensayo permitió la determinación de la resistencia a compresión axial de las unidades de albañilería y se analizaron de acuerdo a la normativa NTP 399.604 y 399.1613.

#### Resultados:

Para el ensayo se utilizaron 5 ladrillos enteros y secos de cada tipo de unidad estudiada. Los cálculos estimados se detallan en la tabla siguiente:

- Resistencia a Compresión Axial Ladrillo King Kong Industrial de Arcilla.**

Espécimen	Material	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
LKKIA01	Arcilla	23.00	13.00	9.00	17586	99.94
LKKIA02	Arcilla	23.00	13.00	9.00	19357	110.00
LKKIA03	Arcilla	23.00	13.00	9.00	18742	106.51
LKKIA04	Arcilla	23.00	13.00	9.00	17895	101.69
LKKIA05	Arcilla	23.00	13.00	9.00	19523	110.94
Resistencia a compresión axial promedio						<b>105.82</b>
Desviación estándar						<b>4.90</b>
Coeficiente de variación						<b>4.63%</b>

Tabla N° 26. Resistencia a Compresión Axial del Ladrillo King Kong Industrial de Arcilla. (Fuente: Propia).



- Resistencia a Compresión Axial Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto.**

Espécimen	Material	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
LKKAC01	Concreto	22.00	13.00	8.50	4592	26.00
LKKAC02	Concreto	22.00	13.00	8.50	4715	26.70
LKKAC03	Concreto	22.00	13.00	8.50	4865	27.55
LKKAC04	Concreto	22.00	13.00	8.50	4685	26.53
LKKAC05	Concreto	22.00	13.00	8.50	4795	27.15
Resistencia a compresión axial promedio						<b>26.78</b>
Desviación estándar						<b>0.59</b>
Coeficiente de variación						<b>2.21%</b>

**Tabla N° 27. Resistencia a Compresión Axial del Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto. (Fuente: Propia).**

- Resistencia a Compresión Axial Ladrillo Pandereta de Arcilla.**

Espécimen	Material	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
LPAND1	Arcilla	22.50	11.00	9.00	3904	22.00
LPAND2	Arcilla	22.50	11.00	9.00	3800	21.41
LPAND3	Arcilla	22.50	11.00	9.00	3750	21.13
LPAND4	Arcilla	22.50	11.00	9.00	3677	20.72
LPAND5	Arcilla	22.50	11.00	9.00	3550	20.01
Resistencia a compresión axial promedio						<b>21.05</b>
Desviación estándar						<b>0.75</b>
Coeficiente de variación						<b>3.56%</b>

**Tabla N° 28. Resistencia a Compresión Axial del Ladrillo Pandereta de Arcilla. (Fuente: Propia).**



- **Resistencia a Compresión Axial Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla.**

Especimen	Material	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
LKKA01	Arcilla	22.00	12.00	8.00	16910	96.00
LKKA02	Arcilla	22.00	12.00	8.00	18842	106.97
LKKA03	Arcilla	22.00	12.00	8.00	16521	93.79
LKKA04	Arcilla	22.00	12.00	8.00	17421	98.90
LKKA05	Arcilla	22.00	12.00	8.00	15698	89.12
Resistencia a compresión axial promedio						<b>96.96</b>
Desviación estándar						<b>6.64</b>
Coeficiente de variación						<b>6.85%</b>

Tabla N° 29. Resistencia a Compresión Axial del Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla. (Fuente: Propia).

#### Discusión del ensayo:

Se determina que la unidad de albañilería mas resistente a compresión axial es la fabricada de arcilla de manera industrial el cual nos da un valor promedio de 105.82 kg/cm<sup>2</sup>, el cual nos brinda un mejor confinamiento del muro al aplicar fuerzas.



#### 4.1.1.6. Resistencia a Compresión Axial del Mortero

En este ensayo se utilizaron cubos de 5.00x5.00x5.00cm, de dos tipos de mezclas, una de cemento – arena (1:4) y otro cemento – cal – arena (1:4:1/2), las cuales después de 28 días fueron ensayados de acuerdo a la NTP 399.604 y 399.1613.

#### Resultados:

Para el ensayo se utilizaron 10 especímenes de dos tipos de dosificación de mortero. Los cálculos estimados se detallan en la tabla siguiente:

- **Resistencia a Compresión Axial del Mortero  
Cemento: Arena (1:4).**

Especímen	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
	L (cm)	A (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )		
CA. N° 01	5.00	5.00	25.00	1457.00	58.00
CA. N° 02	5.00	5.00	25.00	1417.00	57.00
CA. N° 03	5.00	5.00	25.00	1506.00	60.00
CA. N° 04	5.00	5.00	25.00	1500.00	60.00
CA. N° 05	5.00	5.00	25.00	1474.00	59.00
CA. N° 06	5.00	5.00	25.00	1410.00	57.00
<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>					<b>58.50</b>
<b>Desviación estandar</b>					<b>1.38</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>2.36%</b>

Tabla N° 30. Resistencia a compresión axial del mortero Cemento: Arena: cal (1:4:1/2). (Fuente: Propia).



- **Resistencia a Compresión Axial del Mortero  
Cemento: Arena: cal (1:4:1/2).**

Especímen	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
	L (cm)	A (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )		
CA. Nº 01	5.00	5.00	25.00	1787.00	71.00
CA. Nº 02	5.00	5.00	25.00	1608.00	64.00
CA. Nº 03	5.00	5.00	25.00	1749.00	70.00
CA. Nº 04	5.00	5.00	25.00	1950.00	78.00
CA. Nº 05	5.00	5.00	25.00	1473.00	59.00
CA. Nº 06	5.00	5.00	25.00	1648.00	66.00
<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>					<b>68.00</b>
<b>Desviación estandar</b>					<b>6.54</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>9.62%</b>

Tabla Nº 31. Resistencia a compresión axial del mortero Cemento: Arena: cal (1:4:1/2). (Fuente: Propia).

#### Discusión del ensayo:

El mortero (1:4) utilizado tuvo una resistencia a compresión de 58.50Kg/cm<sup>2</sup>, además de un coeficiente de variación entre especímenes de 2.36% aproximadamente, mientras que el mortero (1:4:1/2) tuvo una resistencia a compresión de 68.00Kg/cm<sup>2</sup>, con un coeficiente de variación entre especímenes de 9.62%, que representan valores muy aceptables.

#### 4.1.1.7. Análisis granulométrico de la Arena

Para este ensayo se realizó un muestreo por cuarteo una cantidad de agregado el cual fue ensayado mediante el



método de análisis granulométrico por tamizado y se analizaron de acuerdo a la normativa ASTM C144-03.

### Resultados:

Los cálculos estimados se detallan en la tabla siguiente:

- Análisis Granulométrico de la Arena Gruesa Muestra N° 01.**

Desing. del Tamiz US	Tamices en milímetros	A Peso Retenido gr,	A Peso Retenido gr, REAL	B % Retenido	% Más Grueso	% Más Fino
4						
3	76.20	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2	63.50	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2	50.80	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1	25.40	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.53	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.36	71.00	71.05	4.74	4.74	95.26
N° 16	1.18	253.00	253.17	16.88	21.61	78.39
N° 30	0.60	313.00	313.21	20.88	42.49	57.51
N° 50	0.30	282.00	282.19	18.81	61.31	38.69
N° 100	0.15	430.00	430.29	28.69	89.99	10.01
N° 200	0.07	46.00	46.03	3.07	93.06	6.94
P N° 200		104.00	104.07	6.94	100.00	0.00

Tabla N° 32. Tamizado de la Arena Gruesa-Muestra 01. (Fuente: Propia).



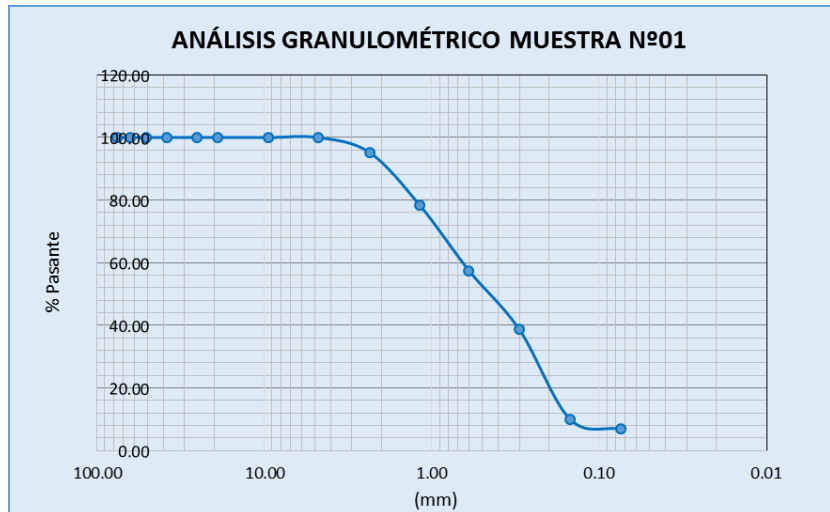


Figura N° 19. Curva Granulométrica de Arena Gruesa-Muestra 01. (Fuente: Propia).

• **Análisis Granulométrico de la Arena gruesa Muestra N°02.**

Desing. del Tamiz US	Tamices en milímetros	A Peso Retenido gr,	A Peso Retenido gr, REAL	B % Retenido	% Más Grueso	% Más Fino
4						
3	76.20	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2	63.50	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2	50.80	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1	25.40	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.53	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.36	118.41	118.41	4.74	4.74	95.26
N° 16	1.18	421.95	421.95	16.88	21.61	78.39
N° 30	0.60	522.01	522.02	20.88	42.50	57.50
N° 50	0.30	460.31	460.32	18.41	60.91	39.09
N° 100	0.15	720.14	720.15	28.81	89.71	10.29
N° 200	0.07	76.71	76.71	3.07	92.78	7.22
P N° 200		180.45	180.45	7.22	100.00	0.00

Tabla N° 33. Tamizado de la Arena Gruesa-Muestra 02. (Fuente: Propia).

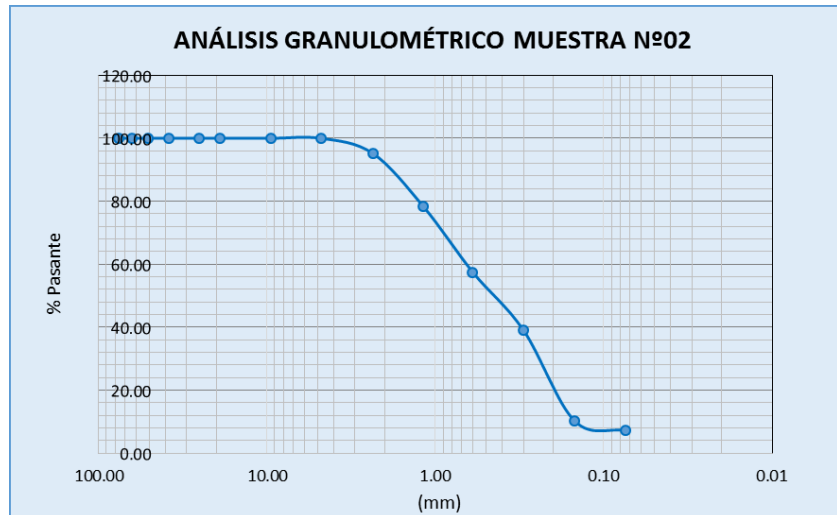


Figura N° 20. Curva Granulométrica de la Arena Gruesa-Muestra 02. (Fuente: Propia).

• **Análisis Granulométrico de la Arena Gruesa Muestra N°03.**

Desing. del Tamiz US	Tamices en milímetros	A Peso Retenido gr,	A Peso Retenido gr, REAL	B % Retenido	% Más Grueso	% Más Fino
4						
3	76.20	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2	63.50	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2	50.80	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1	25.40	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.53	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.36	94.73	94.74	4.74	4.74	95.26
N° 16	1.18	337.56	337.60	16.88	21.62	78.38
N° 30	0.60	417.61	417.67	20.88	42.50	57.50
N° 50	0.30	360.00	360.05	18.00	60.50	39.50
N° 100	0.15	576.12	576.19	28.81	89.31	10.69
N° 200	0.07	68.37	68.38	3.42	92.73	7.27
P N° 200		145.36	145.38	7.27	100.00	0.00

Tabla N° 34. Tamizado de la Arena Gruesa-Muestra 03. (Fuente: Propia).

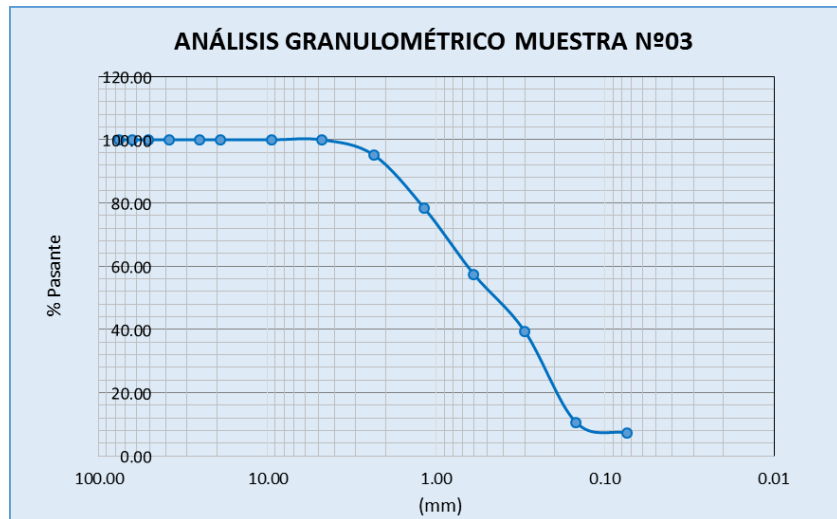


Figura N° 21. Curva Granulométrica de la Arena Gruesa-Muestra 03. (Fuente: Propia).

#### Discusión del ensayo:

El módulo de finura promedio obtenido 2.19%, el cual está comprendido entre los valores 1.6 y 2.5 establecidos en la Norma E.070 de Albañilería. Cumpliendo de esta manera con las características requeridas para la conformación de un mortero de albañilería.

#### 4.1.1.8. Peso Específico y Absorción de la Arena

Para este ensayo se tomó una muestra representativa mediante el método del cuarteo y se analizaron de acuerdo a la normativa ASTM C128 y ASTM C126.

**Resultados:** Para el ensayo se utilizó una muestra representativa, la cual fue seleccionada mediante el



método del cuarteo. Los cálculos estimados se detallan en la tabla siguiente:

- **Peso Específico y Absorción de la Arena**

	Masivo	Masivo SSS	Aparente
<b>Peso al aire de la muestra secada en horno (gr)</b>	494.7	494.7	494.7
<b>Peso del fiola llena de agua a la marca de calibración (gr)</b>	656.1	656.1	656.1
<b>Peso del picnómetro, con la muestra y el agua (gr)</b>	967.3	967.3	967.3
Peso específico	<b>2.62</b>	<b>2.65</b>	<b>2.70</b>
Absorción		<b>1.07%</b>	

Tabla N° 35. Peso Específico y Absorción del agregado fino. (Fuente: Propia).

### Discusión del ensayo:

El peso específico obtenido es 2.70 gr/cm<sup>3</sup> y una absorción de 1.07%, Cumpliendo de esta manera con las características requeridas para la conformación de un mortero de albañilería.



#### **4.1.1.9. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas.**

Este ensayo permitió la determinación de la resistencia a compresión axial de las pilas de albañilería; asentadas con un mortero de 1.5cm de espesor; de diferente esbeltez y se analizaron de acuerdo a la normativa (ASTM C 1314-03b).

La resistencia característica a compresión axial ( $f'_m$ , se obtiene sobre el área bruta), se calculó restando la desviación estándar, a la resistencia promedio de las pilas de 2 hiladas, 3 hiladas y 4 hiladas respectivamente, ensayadas en cada procedimiento.

#### **Resultados:**

Para el ensayo se utilizaron 60 ladrillos enteros y secos de cada tipo de unidad de albañilería estudiada (ladrillo King Kong industrial de arcilla, ladrillo King Kong artesanal de concreto, ladrillo King Kong artesanal de arcilla y ladrillo pandereta industrial de arcilla), en las diferentes esbelteces presentadas según las pilas de 2 hiladas, 3 hiladas y 4 hiladas. Los cálculos obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos y tecnología de concreto de las instalaciones de la Universidad Nacional del Santa, se detallan en la tabla siguiente:



- **Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de 2H Ladrillo King Kong Industrial de Arcilla.**

Espécimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
Muestra N° 01	2 hiladas	23.00	13.00	19.50	23599	134.11
Muestra N° 02	2 hiladas	23.00	13.00	19.50	20245	115.05
Muestra N° 03	2 hiladas	23.00	13.00	19.50	21547	122.45
Muestra N° 04	2 Hiladas	23.00	13.00	19.50	22245	126.41
Muestra N° 05	2 hiladas	23.00	13.00	19.50	23547	133.81
<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>						<b>126.37</b>
<b>Desviación estándar</b>						<b>8.44</b>
<b>Coeficiente de variación</b>						<b>6.37%</b>

Tabla N° 36. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo King Kong Industrial de Arcilla. (Fuente: Propia).

- **Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de 2H Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto.**

Espécimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
Muestra N° 01	2 hiladas	22.00	13.00	17.50	6031	34.76
Muestra N° 02	2 hiladas	22.00	13.00	17.50	5430	31.30
Muestra N° 03	2 hiladas	22.00	13.00	17.80	5774	33.28
Muestra N° 04	2 hiladas	22.00	13.00	27.50	5541	31.94
Muestra N° 05	2 hiladas	22.00	13.00	27.50	6282	36.21
<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>						<b>33.50</b>
<b>Desviación estándar</b>						<b>2.02</b>
<b>Coeficiente de variación</b>						<b>6.02%</b>

Tabla N° 37. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto. (Fuente: Propia).



- **Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de 2H Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla.**

Especimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
Muestra N° 01	2 Hiladas	21.50	11.89	19.40	10734	61.12
Muestra N° 02	2 Hiladas	21.00	11.95	19.00	10338	58.86
Muestra N° 03	2 Hiladas	21.50	11.85	19.50	11066	63.01
Muestra N° 04	2 Hiladas	21.50	11.65	19.20	10645	60.61
Muestra N° 05	2 Hiladas	21.50	11.87	19.00	10945	62.32
<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>						<b>61.18</b>
<b>Desviación estándar</b>						<b>1.61</b>
<b>Coficiente de variación</b>						<b>2.63%</b>

Tabla N° 38. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla. (Fuente: Propia).

- **Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de 2H Ladrillo Pandereta Industrial de Arcilla.**

Especimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
Muestra N° 01	2 Hiladas	22.50	11.00	19.00	4614	26.22
Muestra N° 02	2 Hiladas	22.50	11.00	19.50	4336	24.64
Muestra N° 03	2 Hiladas	22.50	11.00	19.00	4162	23.65
Muestra N° 04	2 Hiladas	22.50	11.00	19.00	4065	23.10
Muestra N° 05	2 Hiladas	22.50	11.00	19.00	4274	24.29
<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>						<b>24.38</b>
<b>Desviación estándar</b>						<b>1.19</b>
<b>Coficiente de variación</b>						<b>4.87%</b>

Tabla N° 39. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo Pandereta Industrial de Arcilla. (Fuente: Propia).



- **Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de 3H Ladrillo King Kong Industrial de Arcilla.**

Espécimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
Muestra N° 01	3 Hiladas	23.00	13.00	30.00	20543	116.74
Muestra N° 02	3 Hiladas	23.00	13.00	29.00	21004	119.36
Muestra N° 03	3 Hiladas	23.00	13.00	29.00	19875	112.94
Muestra N° 04	3 Hiladas	23.00	13.00	30.00	20546	116.76
Muestra N° 05	3 Hiladas	23.00	13.00	29.00	19747	112.22
<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>						<b>115.60</b>
<b>Desviación estándar</b>						<b>2.97</b>
<b>Coficiente de variación</b>						<b>2.57%</b>

Tabla N° 40. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo King Kong Industrial de Arcilla. (Fuente: Propia).

- **Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de 3H Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto.**

Espécimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
Muestra N° 01	3 Hiladas	22.00	13.00	27.50	7574	43.65
Muestra N° 02	3 Hiladas	22.00	13.00	27.30	7731	44.56
Muestra N° 03	3 Hiladas	22.00	13.00	27.00	7328	42.24
Muestra N° 04	3 Hiladas	22.00	13.00	27.50	7498	43.22
Muestra N° 05	3 Hiladas	22.00	13.00	27.30	7562	43.59
<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>						<b>43.45</b>
<b>Desviación estándar</b>						<b>0.84</b>
<b>Coficiente de variación</b>						<b>1.93%</b>

Tabla N° 41. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto. (Fuente: Propia).





- **Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de 3H Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla.**

Espécimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
Muestra N° 01	3 Hiladas	21.00	11.50	30.12	8849	54.79
Muestra N° 02	3 Hiladas	21.00	11.50	30.00	7770	48.11
Muestra N° 03	3 Hiladas	21.00	11.50	30.20	8603	53.27
Muestra N° 04	3 Hiladas	21.50	11.50	30.00	8484	52.53
Muestra N° 05	3 Hiladas	21.50	12.00	30.00	7895	48.89
<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>						<b>51.52</b>
<b>Desviación estándar</b>						<b>2.89</b>
<b>Coefficiente de variación</b>						<b>5.61%</b>

Tabla N° 42. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla. (Fuente: Propia).

- **Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de 3H Ladrillo Pandereta Industrial de Arcilla.**

Espécimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
Muestra N° 01	3 Hiladas	23.00	11.00	29.50	3980	22.62
Muestra N° 02	3 Hiladas	23.00	11.00	29.00	4882	27.74
Muestra N° 03	3 Hiladas	23.00	11.00	29.20	4565	25.94
Muestra N° 04	3 Hiladas	23.00	11.00	29.00	4715	26.79
Muestra N° 05	3 Hiladas	23.00	11.00	29.20	4598	26.13
<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>						<b>25.85</b>
<b>Desviación estándar</b>						<b>1.94</b>
<b>Coefficiente de variación</b>						<b>7.50%</b>

Tabla N° 43. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo Pandereta Industrial de Arcilla. (Fuente: Propia).



- **Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de 4H Ladrillo King Kong Industrial de Arcilla.**

Espécimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
Muestra N° 01	4 Hiladas	23.00	13.00	40.00	1861 1	105.76
Muestra N° 02	4 Hiladas	23.00	13.00	39.70	1886 4	107.20
Muestra N° 03	4 Hiladas	23.00	13.00	39.80	1891 8	107.51
Muestra N° 04	4 Hiladas	23.00	13.00	40.00	1924 8	109.38
Muestra N° 05	4 Hiladas	23.00	13.00	39.70	1847 8	105.01
<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>						<b>106.97</b>
<b>Desviación estándar</b>						<b>1.69</b>
<b>Coeficiente de variación</b>						<b>1.58%</b>

Tabla N° 44. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo King Kong Industrial de Arcilla. (Fuente: Propia).

- **Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de 4H Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto.**

Espécimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
Muestra N° 01	4 Hiladas	22.00	13.00	36.00	5436	30.89
Muestra N° 02	4 Hiladas	22.00	13.00	36.50	4820	27.39
Muestra N° 03	4 Hiladas	22.00	13.00	36.00	6436	36.57
Muestra N° 04	4 Hiladas	22.00	13.00	36.00	5232	29.73
Muestra N° 05	4 Hiladas	22.00	13.00	36.50	5432	30.87
<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>						<b>31.09</b>
<b>Desviación estándar</b>						<b>3.38</b>
<b>Coeficiente de variación</b>						<b>10.87%</b>

Tabla N° 45. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo King Kong Artesanal de Concreto. (Fuente: Propia).



- **Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de 4H Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla.**

Espécimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
Muestra N° 01	4 Hiladas	21.50	11.95	40.20	7951	44.67
Muestra N° 02	4 Hiladas	21.50	11.87	40.10	8211	46.13
Muestra N° 03	4 Hiladas	21.50	11.75	39.60	7940	44.61
Muestra N° 04	4 Hiladas	21.50	11.96	39.60	7962	44.73
Muestra N° 05	4 Hiladas	21.50	11.99	40.00	8032	45.12
<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>						<b>45.05</b>
<b>Desviación estándar</b>						<b>0.64</b>
<b>Coeficiente de variación</b>						<b>1.41%</b>

Tabla N° 46. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo King Kong Artesanal de Arcilla. (Fuente: Propia).

- **Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de 4H Ladrillo Pandereta Industrial de Arcilla.**

Espécimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
Muestra N° 01	4 Hiladas	23.00	11.00	39.50	2696	15.32
Muestra N° 02	4 Hiladas	23.00	11.00	39.00	3516	19.98
Muestra N° 03	4 Hiladas	23.00	11.00	38.80	2492	14.16
Muestra N° 04	4 Hiladas	23.00	11.00	38.50	3487	19.82
Muestra N° 05	4 Hiladas	23.00	11.00	39.00	2956	16.80
<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>						<b>17.22</b>
<b>Desviación estándar</b>						<b>2.62</b>
<b>Coeficiente de variación</b>						<b>15.23%</b>

Tabla N° 47. Resistencia a Compresión Axial de las Pilas de Ladrillo Pandereta Industrial de Arcilla. (Fuente: Propia).



- **Depurado de datos ensayados de los cuatro tipos de ladrillos.**

UNIDAD	h	T	E	F'm	DISPERSIÓN
KKI-2H	19.50	13.00	1.50	126.37	6.37%
KKI-3H	29.40	13.00	2.26	115.60	2.57%
KKI-4H	39.84	13.00	3.06	106.97	1.58%
KKC-2H	<b>17.66</b>	<b>13.00</b>	<b>1.36</b>	<b>33.50</b>	<b>6.02%</b>
KKC-3H	<b>27.32</b>	<b>13.00</b>	<b>2.10</b>	<b>43.45</b>	<b>1.93%</b>
KKC-4H	<b>36.20</b>	<b>13.00</b>	<b>2.78</b>	<b>31.09</b>	<b>10.87%</b>
KKA-2H	19.22	11.84	1.62	61.18	2.63%
KKA-3H	30.06	11.60	2.59	51.52	5.61%
KKA-4H	39.90	11.90	3.35	45.05	1.41%
PI-2H	<b>19.10</b>	<b>11.00</b>	<b>1.74</b>	<b>24.38</b>	<b>4.87%</b>
PI-3H	<b>29.18</b>	<b>11.00</b>	<b>2.65</b>	<b>25.85</b>	<b>7.50%</b>
PI-4H	<b>38.96</b>	<b>11.00</b>	<b>3.54</b>	<b>17.22</b>	<b>15.23%</b>

Tabla N° 48. Depurado de datos ensayados. (Fuente: Propia).

- **Cálculo de Coeficientes de Corrección por esbeltez**

UNIDAD	h	T	E	F'm	DESVIACIÓN ESTANDAR	F'm*	CC
KKI-2H	19.50	13.00	1.50	126.37	8.44	117.93	0.75
KKI-3H	29.40	13.00	2.26	115.60	2.97	112.63	0.78
KKI-4H	39.84	13.00	3.06	106.97	1.52	105.45	0.83
			5.00			88.02	1.00
KKA-2H	19.22	11.84	1.62	61.18	1.61	59.57	0.59
KKA-3H	30.06	11.60	2.59	51.52	2.89	48.63	0.73
KKA-4H	39.90	11.90	3.35	45.05	0.64	44.42	0.79
			5.00			35.27	1.00

Tabla N° 49. Calculo de coeficientes de corrección por esbeltez. (Fuente: Propia).

- **Cuadro comparativo de los valores de CC.**

E=h/t	1.3	1.5	2	2.5	3	4	4.5	5
INDECOPI	0.61	0.70	0.82	0.85	0.88	0.94	-	1.00
SENCICO	-	-	0.73	0.80	0.86	0.95	0.98	1.00
ECUACIÓN	0.64	0.66	0.71	0.75	0.79	0.87	0.93	1.00

Tabla N° 50. Cuadro de comparativo de los valores de CC. (Fuente: Propia).

• Gráfico CC VS. E y curva de ajuste.

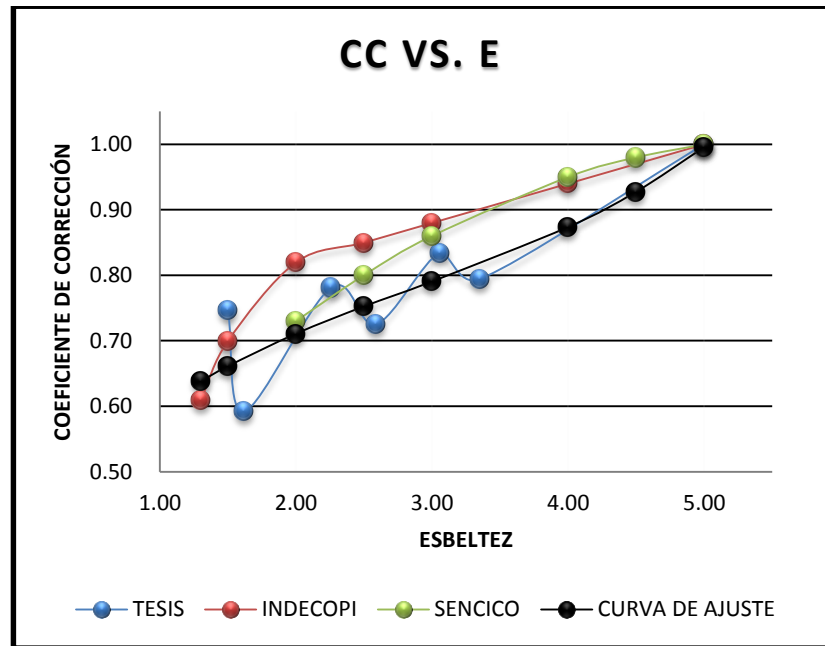


Figura N° 22. Grafico CC VS. E y curva de ajuste. (Fuente: Propia).

$$CC = 0.0059X^3 - 0.0514X^2 + 0.2246X + 0.4219$$

**Discusión del ensayo:**

De los resultados obtenidos de los ensayos de las pilas de albañilería, realizadas en el laboratorio, se depuraron los valores que no tienen relación de acuerdo con sus resultados, escogiendo el valor promedio para determinar los factores de corrección por esbeltez a compresión axial de las pilas de albañilería, calculando de esta forma la curva de ajuste que se acerca más a los resultados obtenidos en los ensayos.



# CAPITULO V

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



## **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **5.1. CONCLUSIONES.**

- Se determinó los factores de corrección por esbeltez de pilas de albañilería las cuales fueron construidas usando material de la zona – nuevo Chimbote, el cual concluye que los resultados se asemejan más a la investigación realizada por Sencico en el año 2006, Al cual atribuye a los datos del RNE – E.070, esta investigación fue realizada en la ciudad de lima con material de la zona, evidenciando una posible variación de acuerdo con el material utilizado.
- Se determinaron las propiedades de las unidades de albañilería, concluyendo el uso de los materiales de la zona – nuevo Chimbote son estándar para la utilización en la construcción en la localidad el cual tendrán un mejor análisis de sus resultados.
- Al realizar los ensayos de compresión axial de las pilas se determinó la curva de tendencia del coeficiente de corrección (CC) por esbeltez de las pilas de albañilería ensayadas a compresión axial en los laboratorios de la universidad nacional del santa, para 4 tipos distintos de unidades.
- Se emplearon métodos estadísticos, y programas de cálculo para facilitar el analisis, el cual apoyaron en agilizar los resultados y tener una mejor visión de los resultados obtenidos. El cual concluye en la ecuación de coeficiente de corrección el cual será empleado en la localidad – nuevo Chimbote para estudios más reales a la zona de investigación y ser aplicados en la gestión de la calidad de durante la ejecución de los proyectos en la zona.



## 5.2. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda que estudios similares se realicen en otras regiones del Perú, para garantizar mejores diseños y reevaluar las ecuaciones propuestas por los códigos de cada país.
- Realizar diseños y elaboración de pruebas en laboratorio a fin de encontrar menos dispersión en los resultados.
- Se recomienda usar estos valores obtenidos de nuestro estudio en el Análisis de Estructuras en la ciudad de nuevo Chimbote.
- Se recomienda realizar ensayos de compresión axial por esbeltez de pilas construidas con unidades de albañilería producido en la ciudad de Nuevo Chimbote.
- Se recomienda utilizar la ecuación obtenida para el control de calidad de la albañilería que se utilizara para la construcción de las edificaciones de la zona, de acuerdo como lo estipula el RNE en E-070.





## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. **ASTM C 1314, 2003.** *Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms.*
2. **Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014.** RNE E070 Capítulo 3 Componentes de albañilería. 6ta ed. Lima- Perú. Editorial Megabyte sac. 507- 512 p.
3. **ININVI, 1982.** Norma E-070 Albañilería. Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda. Perú.
4. **INDECOPI, 2003. NTP 399.605.** Método de ensayo para la determinación de la resistencia a compresión de prismas de albañilería. INDECOPI 2da ed. Lima – Perú.
5. **INF-LE 118, 2005.** Informes del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú, correspondientes a los especímenes de este Proyecto.
6. **SENCICO, 2006.** Proyecto de Norma Técnica de Edificación E.070 "Albañilería". Comité Técnico de la Norma E.070.
7. **Ángel San Bartolomé, 1994.** "Construcciones de Albañilería-Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural".
8. **Flavio Abanto Castillo, 2005.** "Análisis y diseño de edificaciones de albañilería").
9. **Enrique rivva lopez, 2000.** "Naturaleza y Materiales del concreto").
10. **Instituto Nacional de Normalización, 2009.** Norma Chilena Nch 1928.0f1993 Modificada en 2009, Albañilería Armada -



*requisito para el diseño y calculo en Anexo B. INN- Chile. 3era ed. Chile. 26- 28 p.*

11. **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.*
12. **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.*
13. **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>*
14. **Quiun, O; San Bartolomé, A; Mendoza, G; 2007.** *Estudio experimental del factor de corrección por esbeltez en pilas de albañilería (PDF); proyecto SENCICO-PUP. 12 p.*

# ANEXOS

ANEXO N° 01.

SUSTENTO DE CÁLCULO.



- **Ingresando datos a la formula de interpolación polinomial:**

$$a_0 + a_1(1.56) + a_2(1.56)^2 + a_3(1.56)^3 = 0.67 \dots\dots\dots (1)$$

$$a_0 + a_1(2.43) + a_2(2.43)^2 + a_3(2.43)^3 = 0.75 \dots\dots\dots (2)$$

$$a_0 + a_1(3.21) + a_2(3.21)^2 + a_3(3.21)^3 = 0.81 \dots\dots\dots (3)$$

$$a_0 + a_1(5.00) + a_2(5.00)^2 + a_3(5.00)^3 = 1.00 \dots\dots\dots (4)$$

- **Utilizando el método de gaus jordan, calculamos los valores:**

$$\begin{pmatrix} 1.00 & 1.56 & 2.43 & 3.80 & : & 0.67 \\ 1.00 & 2.43 & 5.88 & 14.26 & : & 0.75 \\ 1.00 & 3.21 & 10.27 & 32.92 & : & 0.81 \\ 1.00 & 5.00 & 25 & 125 & : & 1 \end{pmatrix}$$

Fila1\*(-1) + Fila 2  
 Fila1\*(-1) + Fila 3  
 Fila1\*(-1) + Fila 4

$$\begin{pmatrix} 1.00 & 1.56 & 2.43 & 3.80 & : & 0.67 \\ 0.00 & 0.87 & 3.45 & 10.46 & : & 0.08 \\ 0.00 & 1.65 & 7.84 & 29.12 & : & 0.14 \\ 0.00 & 3.44 & 22.57 & 121.20 & : & 0.33 \end{pmatrix}$$

Fila2\*(1/0.87)  
 Fila3\*(1/1.65)  
 Fila4\*(1/3.44)

$$\begin{pmatrix} 1.00 & 1.56 & 2.43 & 3.80 & : & 0.67 \\ 0.00 & 1.00 & 3.9655 & 12.0229 & : & 0.0919 \\ 0.00 & 1.00 & 4.7515 & 17.6484 & : & 0.0848 \\ 0.00 & 1.00 & 6.561 & 35.2325 & : & 0.0959 \end{pmatrix}$$

Fila2\*(-1) + Fila 3  
 Fila2\*(-1) + Fila 4

$$\begin{pmatrix} 1.00 & 1.56 & 2.43 & 3.80 & : & 0.67 \\ 0.00 & 1.00 & 3.9655 & 12.0229 & : & 0.0919 \\ 0.00 & 0.00 & 0.78599 & 5.62549 & : & -0.00710 \\ 0.00 & 0.00 & 2.5955 & 23.2095 & : & 0.00397 \end{pmatrix}$$

Fila2\*(-1.56) + Fila 1  
 Fila3\*(1/0.78599)  
 Fila4\*(1/2.5955)

$$\begin{pmatrix} 1.00 & 0.00 & -3.7562 & -14.9558 & \vdots & 0.5265 \\ 0.00 & 1.00 & 3.9655 & 12.0229 & \vdots & 0.0919 \\ 0.00 & 0.00 & 1.00 & 7.15713 & \vdots & -0.00904 \\ 0.00 & 0.00 & 1.00 & 8.94213 & \vdots & 0.01057 \end{pmatrix}$$

Fila3\*(-1) + Fila 4

$$\begin{pmatrix} 1.00 & 0.00 & -3.7562 & -14.9558 & \vdots & 0.5265 \\ 0.00 & 1.00 & 3.9655 & 12.0229 & \vdots & 0.0919 \\ 0.00 & 0.00 & 1.00 & 7.15713 & \vdots & -0.00904 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 1.78499 & \vdots & 0.010572 \end{pmatrix}$$

Fila3\*(3.7562) + Fila 1  
 Fila3\*(-3.9655) + Fila 2  
 Fila4\*(1/1.78499)

$$\begin{pmatrix} 1.00 & 0.00 & 0.00 & 11.9278 & \vdots & 0.49259 \\ 0.00 & 1.00 & 0.00 & -16.3587 & \vdots & 0.12780 \\ 0.00 & 0.00 & 1.00 & 7.15713 & \vdots & -0.00904 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 1.00 & \vdots & 0.005922 \end{pmatrix}$$

Fila4\*(-11.9278) + Fila 1  
 Fila4\*(16.3587) + Fila 2  
 Fila4\*(-7.15713) + Fila 3

$$\begin{pmatrix} 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & \vdots & 0.4219 \\ 0.00 & 1.00 & 0.00 & 0.00 & \vdots & 0.2247 \\ 0.00 & 0.00 & 1.00 & 0.00 & \vdots & -0.0514 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 1.00 & \vdots & 0.0059 \end{pmatrix}$$

$$a_3 = 0.0059$$

$$a_2 = -0.0514$$

$$a_1 = 0.2247$$

$$a_0 = 0.4219$$

$$f(x) = 0.0059x^3 - 0.0514x^2 + 0.2247x + 0.4219$$

ANEXO N° 02.

ENSAYOS DE LABORATORIO.





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN**

TIPO DE MUESTRA:	NORMA:	FECHA:	UBICACIÓN:
Arena Gruesa	ASTM C 128 - ASTM C 126	07/07/16	N. Chimbote

	Masivo	Masivo SSS	Aparente
Peso al aire de la muestra secada en horno (gr)	494.7	494.7	494.7
Peso del fiola llena de agua a la marca de calibración (gr)	656.1	656.1	656.1
Peso del picnómetro, con la muestra y el agua (gr)	967.3	967.3	967.3
Peso específico	2.62	2.65	2.70
Absorción	1.07%		



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE ABSORCIÓN**

TIPO DE MUESTRA:	NORMA:	FECHA:	UBICACIÓN:
Unidad de albañilería	NPT 399.604 , NPT 399.1613	07/07/16	Chimbote

Especimen	Descripción	Peso Seco (kg)	Peso Sumergido (kg)	W agua Absorbida (kg)	% Absorbida (%)
Muestra Nº 01	Ladrillo king kong industrial	2.841	3.177	0.336	11.827
Muestra Nº 02	Ladrillo king kong industrial	2.812	3.128	0.316	11.238
Muestra Nº 03	Ladrillo king kong industrial	2.835	3.149	0.3145	11.095
Muestra Nº 04	Ladrillo king kong industrial	2.815	3.132	0.317	11.261
Muestra Nº 05	Ladrillo king kong industrial	2.827	3.137	0.31	10.966

% ABSORCIÓN

=

11.277



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE ABSORCIÓN**

TIPO DE MUESTRA:	NORMA:	FECHA:	UBICACIÓN:		
Unidad de albañilería	NPT 399.604 , NPT 399.1613	07/07/16	Chimbote		
Especimen	Descripción	Peso Seco (kg)	Peso Sumergido (kg)	W agua Absorbida (kg)	% Absorbida (%)
Muestra Nº 01	Ladrillo Pandereta industrial	1.852	2.099	0.247	13.337
Muestra Nº 02	Ladrillo Pandereta industrial	1.897	2.147	0.250	13.179
Muestra Nº 03	Ladrillo Pandereta industrial	1.882	2.124	0.242	12.835
Muestra Nº 04	Ladrillo Pandereta industrial	1.858	2.101	0.243	13.079
Muestra Nº 05	Ladrillo Pandereta industrial	1.873	2.132	0.259	13.828

% ABSORCIÓN

=

13.251



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE TESIS:

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

TESISTAS:

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE ABSORCIÓN

TIPO DE MUESTRA:	NORMA:	FECHA:	UBICACIÓN:
Unidad de albañilería	NPT 399.604 , NPT 399.1613	07/07/16	Chimbote

Especimen	Descripción	Peso Seco (kg)	Peso Sumergido (kg)	W agua Absorbida (kg)	% Absorbida (%)
Muestra Nº 01	Ladrillo king kong artesanal	3.534	4.126	0.592	16.752
Muestra Nº 02	Ladrillo king kong artesanal	3.463	3.946	0.483	13.947
Muestra Nº 03	Ladrillo king kong artesanal	3.551	4.153	0.602	16.953
Muestra Nº 04	Ladrillo king kong artesanal	3.482	3.958	0.476	13.670
Muestra Nº 05	Ladrillo king kong artesanal	3.562	4.172	0.61	17.125

% ABSORCIÓN

=

15.689



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE ABSORCIÓN**

TIPO DE MUESTRA:	NORMA:	FECHA:	UBICACIÓN:
Unidad de albañilería	NPT 399.604 , NPT 399.1613	07/07/16	Chimbote

Especimen	Descripción	Peso Seco (kg)	Peso Sumergido (kg)	W agua Absorbida (kg)	% Absorbida (%)
Muestra Nº 01	Ladrillo de concreto artesanal	4.561	4.875	0.314	6.884
Muestra Nº 02	Ladrillo de concreto artesanal	4.649	4.934	0.285	6.130
Muestra Nº 03	Ladrillo de concreto artesanal	4.595	4.894	0.299	6.507
Muestra Nº 04	Ladrillo de concreto artesanal	4.573	4.888	0.315	6.888
Muestra Nº 05	Ladrillo de concreto artesanal	4.625	4.915	0.290	6.270

% ABSORCIÓN

=

6.536



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE TESIS:

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Chimbote"

TESISTAS:

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE ALABEO

TIPO DE MUESTRA:	NORMA:	UNIDAD DE ALBAÑILERIA:	FECHA:	UBICACIÓN:
Unidad de albañilería	NTP 399.613.	King kong industrial	06/07/16	Chimbote

Especimen	Concavidad		Convexidad	
	C. Superior (mm)		C. Inferior (mm)	
Muestra 01	0.000	0.000	-	-
Muestra 02	-	0.000	-	-
Muestra 03	0.000	0.100	-	-
Muestra 04	0.000	0.000	-	-
Muestra 05	0.000	0.000	-	-
<b>Alabeo promedio</b>	<b>0.000</b>	<b>0.020</b>		



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE TESIS:

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Chimbote"

TESISTAS:

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE ALABEO

TIPO DE MUESTRA:	NORMA:	UNIDAD DE ALBAÑILERIA:	FECHA:	UBICACIÓN:
Unidad de albañilería	NTP 399.613.	King kong concreto	06/07/16	Chimbote

Especimen	Concavidad		Convexidad	
	C. Superior (mm)		C. Inferior (mm)	
Muestra 01	0.400	0.100	0.000	0.000
Muestra 02	0.200	0.200	0.100	0.100
Muestra 03	0.600	0.100	0.200	0.000
Muestra 04	0.400	0.400	0.000	0.200
Muestra 05	0.400	0.200	0.000	0.100
<b>Alabeo promedio</b>	<b>0.400</b>	<b>0.200</b>	<b>0.060</b>	<b>0.080</b>



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE TESIS:

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Chimbote"

TESISTAS:

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE ALABEO

TIPO DE MUESTRA:	NORMA:	UNIDAD DE ALBAÑILERIA:	FECHA:	UBICACIÓN:
Unidad de albañilería	NTP 399.613.	King kong artesanal	06/07/16	Chimbote

Especimen	Concavidad		Convexidad	
	C. Superior (mm)		C. Inferior (mm)	
Muestra 01	0.000	0.000	0.100	0.100
Muestra 02	0.600	0.100	0.000	0.000
Muestra 03	0.000	0.100	0.400	0.200
Muestra 04	0.200	0.200	0.100	0.000
Muestra 05	0.100	0.300	0.000	0.300
<b>Alabeo promedio</b>	<b>0.180</b>	<b>0.140</b>	<b>0.120</b>	<b>0.120</b>





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE TESIS:

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Chimbote"

TESISTAS:

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE ALABEO

TIPO DE MUESTRA:	NORMA:	UNIDAD DE ALBAÑILERIA:	FECHA:	UBICACIÓN:
Unidad de albañilería	NTP 399.613.	Pandereta	06/07/16	Chimbote

Especimen	Concavidad		Convexidad	
	C. Superior (mm)		C. Inferior (mm)	
Muestra 01	0.000	0.000	0.300	0.100
Muestra 02	0.100	0.200	0.000	0.000
Muestra 03	0.100	0.100	0.200	0.100
Muestra 04	0.200	0.100	0.100	0.000
Muestra 05	0.100	0.200	0.000	0.100
<b>Alabeo promedio</b>	<b>0.100</b>	<b>0.120</b>	<b>0.120</b>	<b>0.060</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE SUCCIÓN**

<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	<b>NORMA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>UBICACIÓN:</b>
Unidad de albañilería	NPT 399.604 , NPT 399.1613	04/07/16	Chimbote

Especimen	Descripción	Peso Seco (gr)	Peso Succión (gr)	Area Succión (cm <sup>2</sup> )	Succión
L.K.K.I. SUC - 01	Ladrillo king kong industrial	2841	2878	299.00	24.75
L.K.K.I. SUC - 02	Ladrillo king kong industrial	2843	2882	310.50	25.12
L.K.K.I. SUC - 03	Ladrillo king kong industrial	2845	2879	303.60	22.40
L.K.K.I. SUC - 04	Ladrillo king kong industrial	2841	2875	301.30	22.57
L.K.K.I. SUC - 05	Ladrillo king kong industrial	2843	2881	303.60	25.03

SUCCIÓN PROMEDIO

=

23.97



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE SUCCIÓN**

<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	<b>NORMA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>UBICACIÓN:</b>
Unidad de albañilería	NPT 399.604 , NPT 399.1613	04/07/16	Chimbote

Especimen	Descripción	Peso Seco (gr)	Peso Succión (gr)	Area Succión (cm2)	Succión
L.K.K.C. SUC - 01	Ladrillo de concreto artesanal	4561	4631	286.00	48.95
L.K.K.C. SUC - 02	Ladrillo de concreto artesanal	4565	4638	288.60	50.59
L.K.K.C. SUC - 03	Ladrillo de concreto artesanal	4568	4639	290.40	48.90
L.K.K.C. SUC - 04	Ladrillo de concreto artesanal	4562	4632	288.20	48.58
L.K.K.C. SUC - 05	Ladrillo de concreto artesanal	4568	4640	297.00	48.48

SUCCIÓN PROMEDIO

=

49.100



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE SUCCIÓN**

TIPO DE MUESTRA:	NORMA:	FECHA:	UBICACIÓN:		
Unidad de albañilería	NPT 399.604 , NPT 399.1613	04/07/16	Chimbote		
Especimen	Descripción	Peso Seco (gr)	Peso Succión (gr)	Area Succión (cm2)	Succión
L.K.K.A. SUC - 01	Ladrillo king kong artesanal	3534	3617	249.21	66.61
L.K.K.A. SUC - 02	Ladrillo king kong artesanal	3520	3605	244.95	69.40
L.K.K.A. SUC - 03	Ladrillo king kong artesanal	3532	3610	247.08	63.14
L.K.K.A. SUC - 04	Ladrillo king kong artesanal	3533	3612	248.04	63.70
L.K.K.A. SUC - 05	Ladrillo king kong artesanal	3540	3622	250.38	65.50

SUCCIÓN PROMEDIO

=

65.670



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE SUCCIÓN**

<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	<b>NORMA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>UBICACIÓN:</b>
Unidad de albañilería	NPT 399.604 , NPT 399.1613	04/07/16	Chimbote

Especimen	Descripción	Peso Seco (gr)	Peso Succión (gr)	Area Succión (cm2)	Succión
L.PAND. SUC - 01	Ladrillo Pandereta industrial	1852	1897	247.50	36.36
L.PAND. SUC - 02	Ladrillo Pandereta industrial	1860	1899	258.75	30.14
L.PAND. SUC - 03	Ladrillo Pandereta industrial	1840	1880	252.00	31.75
L.PAND. SUC - 04	Ladrillo Pandereta industrial	1845	1885	249.75	32.03
L.PAND. SUC - 05	Ladrillo Pandereta industrial	1850	1892	254.25	33.04

SUCCIÓN PROMEDIO

=

32.665



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL**

<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	<b>NORMA:</b>	<b>UNIDAD DE ALBAÑILERIA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>UBICACIÓN:</b>
Unidad de albañilería	NTP 399.613. - 399.604.	King kong industrial	06/07/16	Chimbote

Especimen	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)	A Prom. (cm)	%VDA
Muestra 01	12.972	12.934	12.981	12.952	12.960	0.31%
Muestra 02	12.943	12.964	12.950	12.980	12.959	0.32%
Muestra 03	12.928	12.957	12.974	12.964	12.956	0.34%
Muestra 04	12.951	12.964	12.962	12.940	12.954	0.35%
Muestra 05	12.982	12.972	12.981	12.968	12.976	0.19%
					<b>12.961</b>	<b>0.30%</b>

**LN= 13.00**

**VARIACIÓN DIMENSIONAL** = **(13.00\*0.30%)cm**

**VARIACIÓN DIMENSIONAL** = **0.391 mm**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL**

<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	<b>NORMA:</b>	<b>UNIDAD DE ALBAÑILERIA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>UBICACIÓN:</b>
Unidad de albañilería	NTP 399.613. - 399.604.	King kong industrial	06/07/16	Chimbote

Especimen	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)	H Prom. (cm)	%VDH
Muestra 01	9.123	9.103	9.114	9.137	9.119	-1.33%
Muestra 02	9.156	9.150	9.154	9.159	9.155	-1.72%
Muestra 03	9.143	9.153	9.162	9.152	9.153	-1.69%
Muestra 04	9.168	9.175	9.165	9.142	9.163	-1.81%
Muestra 05	9.137	9.123	9.158	9.170	9.147	-1.63%
					<b>9.147</b>	<b>-1.64%</b>

**LN= 9.00**

**VARIACIÓN DIMENSIONAL** = **(9.00\*1.64%)cm**

**VARIACIÓN DIMENSIONAL** = **-1.4725 mm**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL**

TIPO DE MUESTRA:	NORMA:	UNIDAD DE ALBAÑILERIA:	FECHA:	UBICACIÓN:
Unidad de albañilería	NTP 399.613. - 399.604.	King kong industrial	06/07/16	Chimbote

Especimen	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	L Prom. (cm)	%VDL
Muestra 01	23.250	23.302	23.278	23.294	23.281	3.00%
Muestra 02	23.410	23.382	23.387	23.395	23.394	2.53%
Muestra 03	23.100	23.123	23.145	23.200	23.142	3.58%
Muestra 04	23.203	23.210	23.254	23.280	23.237	3.18%
Muestra 05	23.268	23.249	23.243	23.258	23.255	3.11%
					<b>23.262</b>	<b>3.08%</b>

**LN= 24.00**

**VARIACIÓN DIMENSIONAL** = **(23.00\*(-1.14%))cm**

**VARIACIÓN DIMENSIONAL** = **7.3835 mm**





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL**

<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	<b>NORMA:</b>	<b>UNIDAD DE ALBAÑILERIA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>UBICACIÓN:</b>
Unidad de albañilería	NTP 399.613. - 399.604.	King kong concreto	06/07/16	Chimbote

Especimen	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)	A Prom. (cm)	%VDA
Muestra 01	12.910	13.030	12.950	12.980	12.968	0.25%
Muestra 02	12.900	12.970	12.950	12.900	12.930	0.54%
Muestra 03	12.940	12.930	12.935	12.948	12.938	0.48%
Muestra 04	12.920	12.940	12.923	12.930	12.928	0.55%
Muestra 05	12.930	12.950	12.954	12.920	12.939	0.47%
					<b>12.941</b>	<b>0.46%</b>

**LN= 13.00**

**VARIACIÓN DIMENSIONAL** = **(13.00\*0.30%)cm**

**VARIACIÓN DIMENSIONAL** = **0.595 mm**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL**

TIPO DE MUESTRA:	NORMA:	UNIDAD DE ALBAÑILERIA:	FECHA:	UBICACIÓN:
Unidad de albañilería	NTP 399.613. - 399.604.	King kong concreto	06/07/16	Chimbote

Especimen	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)	H Prom. (cm)	%VDH
Muestra 01	9.005	9.080	9.090	9.100	9.069	-0.76%
Muestra 02	8.980	9.050	9.001	9.001	9.008	-0.09%
Muestra 03	9.120	9.130	9.110	9.100	9.115	-1.28%
Muestra 04	9.110	9.120	9.125	9.112	9.117	-1.30%
Muestra 05	9.105	9.110	9.100	9.105	9.105	-1.17%
					<b>9.083</b>	<b>-0.92%</b>

**LN= 9.00**

**VARIACIÓN DIMENSIONAL** = **(9.00\*1.64%)cm**

**VARIACIÓN DIMENSIONAL** = **-0.827 mm**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL**

<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	<b>NORMA:</b>	<b>UNIDAD DE ALBAÑILERIA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>UBICACIÓN:</b>
Unidad de albañilería	NTP 399.613. - 399.604.	King kong concreto	06/07/16	Chimbote

Especimen	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	L Prom. (cm)	%VDL
Muestra 01	22.000	22.005	22.030	22.050	22.021	-0.10%
Muestra 02	22.100	22.120	22.150	22.100	22.118	-0.54%
Muestra 03	22.100	22.100	22.110	22.120	22.108	-0.49%
Muestra 04	22.150	22.150	22.140	22.160	22.150	-0.68%
Muestra 05	22.205	22.210	22.220	22.200	22.209	-0.95%
					<b>22.121</b>	<b>-0.55%</b>

**LN= 22.00**

**VARIACIÓN  
DIMENSIONAL**

=

**(23.00\*(-  
1.14%))cm**

**VARIACIÓN  
DIMENSIONAL**

=

**-1.211 mm**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL**

<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	<b>NORMA:</b>	<b>UNIDAD DE ALBAÑILERIA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>UBICACIÓN:</b>
Unidad de albañilería	NTP 399.613. - 399.604.	King kong artesanal	06/07/16	Chimbote

Especimen	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)	A Prom. (cm)	%VDA
Muestra 01	12.020	11.760	11.810	11.870	11.865	1.13%
Muestra 02	11.800	11.860	11.820	11.840	11.830	1.42%
Muestra 03	11.810	11.873	11.860	11.850	11.848	1.26%
Muestra 04	11.820	11.850	11.830	11.850	11.838	1.35%
Muestra 05	11.860	11.850	11.820	11.870	11.850	1.25%
					<b>11.846</b>	<b>1.28%</b>

**LN= 12.00**

**VARIACIÓN DIMENSIONAL** = **(13.00\*0.30%)cm**

**VARIACIÓN DIMENSIONAL** = **1.5385 mm**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL**

<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	<b>NORMA:</b>	<b>UNIDAD DE ALBAÑILERIA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>UBICACIÓN:</b>
Unidad de albañilería	NTP 399.613. - 399.604.	King kong artesanal	06/07/16	Chimbote

Especimen	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)	H Prom. (cm)	%VDH
Muestra 01	9.120	9.140	9.150	9.130	9.135	-1.50%
Muestra 02	9.150	9.160	9.120	9.170	9.150	-1.67%
Muestra 03	9.160	9.120	9.150	9.180	9.153	-1.69%
Muestra 04	9.180	9.170	9.180	9.140	9.168	-1.86%
Muestra 05	9.100	9.150	9.180	9.120	9.138	-1.53%
					<b>9.149</b>	<b>-1.65%</b>

**LN= 9.00**

**VARIACIÓN  
DIMENSIONAL**

=

**(9.00\*1.64%)cm**

**VARIACIÓN  
DIMENSIONAL**

=

**-1.485 mm**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL**

<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	<b>NORMA:</b>	<b>UNIDAD DE ALBAÑILERIA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>UBICACIÓN:</b>
Unidad de albañilería	NTP 399.613. - 399.604.	King kong artesanal	06/07/16	Chimbote

Especimen	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	L Prom. (cm)	%VDL
Muestra 01	21.400	21.420	21.420	21.430	21.418	2.65%
Muestra 02	21.300	21.360	21.380	21.390	21.358	2.92%
Muestra 03	21.400	21.420	21.450	21.490	21.440	2.55%
Muestra 04	21.300	21.320	21.380	21.390	21.348	2.97%
Muestra 05	21.350	21.340	21.360	21.320	21.343	2.99%
					<b>21.381</b>	<b>2.81%</b>

**LN= 22.00**

**VARIACIÓN  
DIMENSIONAL**

=

**(23.00\*(-  
1.14%))cm**

**VARIACIÓN  
DIMENSIONAL**

=

**6.189 mm**



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE TESIS:

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

TESISTAS:

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

TIPO DE MUESTRA:	NORMA:	UNIDAD DE ALBAÑILERIA:	FECHA:	UBICACIÓN:
Unidad de albañilería	NTP 399.613. - 399.604.	Pandereta	06/07/16	Chimbote

Especimen	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)	A Prom. (cm)	%VDA
Muestra 01	11.100	11.100	11.120	11.130	11.113	7.40%
Muestra 02	10.880	10.840	10.860	10.840	10.855	9.54%
Muestra 03	10.840	10.840	10.850	10.840	10.843	9.65%
Muestra 04	10.870	10.850	10.870	10.850	10.860	9.50%
Muestra 05	10.850	10.860	10.880	10.890	10.870	9.42%
					<b>10.908</b>	<b>9.10%</b>

LN= 12.00

VARIACIÓN DIMENSIONAL =  $(13.00 \cdot 0.30\%) \text{cm}$

VARIACIÓN DIMENSIONAL = 10.92 mm



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE TESIS:

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

TESISTAS:

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

TIPO DE MUESTRA:	NORMA:	UNIDAD DE ALBAÑILERIA:	FECHA:	UBICACIÓN:
Unidad de albañilería	NTP 399.613. - 399.604.	Pandereta	06/07/16	Chimbote

Especimen	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)	H Prom. (cm)	%VDH
Muestra 01	9.120	9.130	9.120	9.100	9.118	-1.31%
Muestra 02	9.100	9.100	9.110	9.120	9.108	-1.20%
Muestra 03	9.130	9.120	9.050	9.080	9.095	-1.06%
Muestra 04	9.140	9.150	9.100	9.110	9.125	-1.39%
Muestra 05	9.100	9.090	9.080	9.090	9.090	-1.00%
					<b>9.107</b>	<b>-1.19%</b>

LN= 9.00

VARIACIÓN DIMENSIONAL = (9.00\*1.64%)cm

VARIACIÓN DIMENSIONAL = -1.071 mm





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE TESIS:

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

TESISTAS:

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

TIPO DE MUESTRA:	NORMA:	UNIDAD DE ALBAÑILERIA:	FECHA:	UBICACIÓN:
Unidad de albañilería	NTP 399.613. - 399.604.	Pandereta	06/07/16	Chimbote

Especimen	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	L Prom. (cm)	%VDL
Muestra 01	22.610	22.620	22.600	22.630	22.615	1.67%
Muestra 02	22.500	22.520	22.530	22.550	22.525	2.07%
Muestra 03	22.500	22.550	22.500	22.540	22.523	2.08%
Muestra 04	22.530	22.540	22.520	22.550	22.535	2.02%
Muestra 05	22.540	22.550	22.530	22.540	22.540	2.00%
					<b>22.548</b>	<b>1.97%</b>

LN= 23.00

VARIACIÓN DIMENSIONAL

=

(23.00\*(-1.14%))cm

VARIACIÓN DIMENSIONAL

=

4.525 mm



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TÍTULO DE TESIS:

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

TESISTAS:

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

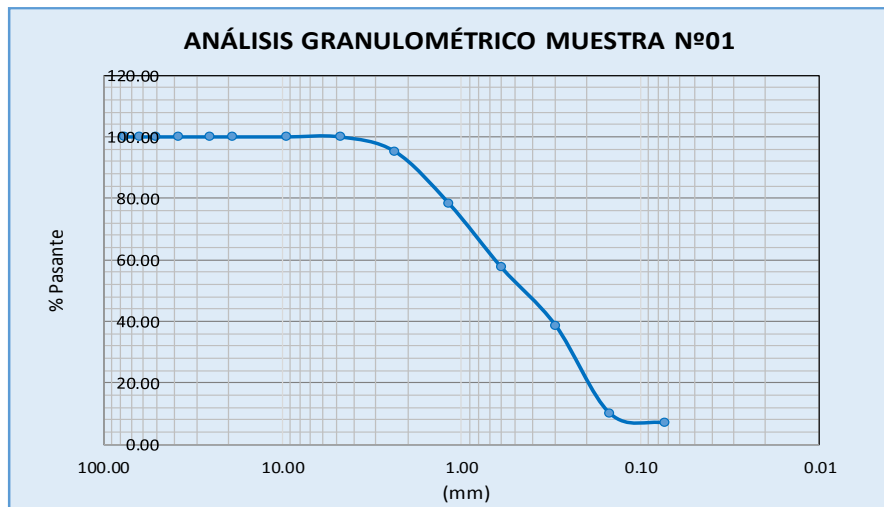
REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

<b>PESO DE LA MUESTRA</b>	<b>MUESTRA:</b>	<b>NORMA:</b>	<b>UBICACIÓN:</b>
1500 gr.	Muestra Nº01	ASTM C144-03	Nuevo Chimbote

		Desing. del Tamiz US	Tamices en milímetros	A Peso Retenido gr.	A Peso Retenido gr. REAL	B % Retenido	% Mas Grueso	% Mas Fino		
TAMIZADO USANDO EL P.T.M.	PIEDRA O CANTOS	4								
		3	76.20	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
	GRAVA	GRUESA	2 1/2	63.50	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
			2	50.80	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
			1 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
			1	25.40	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
			3/4	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
			3/8	9.53	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
		FINA	Nº 4	4.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
			Nº 8	2.36	71.00	71.05	4.74	4.74	95.26	
TAMIZADO CON FRACCIÓN MENOR Q P.T.M.	ARENA	GRUESA	Nº 16	1.18	253.00	253.17	16.88	21.61	78.39	
			Nº 30	0.60	313.00	313.21	20.88	42.49	57.51	
			Nº 50	0.30	282.00	282.19	18.81	61.31	38.69	
			Nº 100	0.15	430.00	430.29	28.69	89.99	10.01	
			Nº 200	0.07	46.00	46.03	3.07	93.06	6.94	
			P Nº 200		104.00	104.07	6.94	100.00	0.00	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MUESTRA Nº01





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

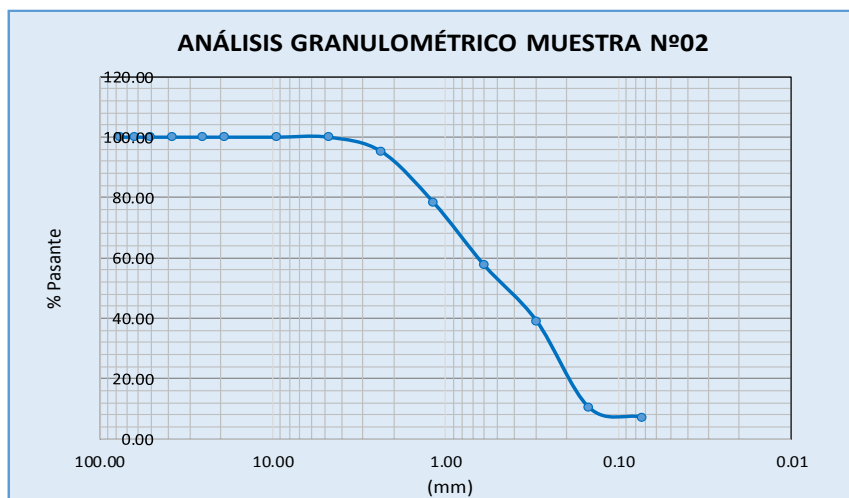
Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

<b>PESO DE LA MUESTRA</b> 2500 gr.	<b>MUESTRA:</b> Muestra N°02	<b>NORMA:</b> ASTM C144-03	<b>UBICACIÓN:</b> Nuevo Chimbote
---------------------------------------	---------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------

		Desing. del Tamiz US	Tamices en milímetros	A Peso Retenido gr.	A Peso Retenido gr. REAL	B % Retenido	% Mas Grueso	% Mas Fino	
TAMIZADO USANDO EL P.T.M.	PIEDRA O CANTOS	4							
		3	76.20	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
	GRAVA	GRUESA	2 1/2	63.50	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
			2	50.80	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
			1 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
			1	25.40	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
			3/4	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
			FINA	3/8	9.53	0.00	0.00	0.00	0.00
		N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
		TAMIZADO CON FRACCIÓN MENOR Q P.T.M.	ARENA	GRUESA	N° 8	2.36	118.41	118.41	4.74
N° 16	1.18				421.95	421.95	16.88	21.61	78.39
N° 30	0.60			522.01	522.02	20.88	42.50	57.50	
N° 50	0.30			460.31	460.32	18.41	60.91	39.09	
N° 100	0.15			720.14	720.15	28.81	89.71	10.29	
N° 200	0.07			76.71	76.71	3.07	92.78	7.22	
P N° 200				180.45	180.45	7.22	100.00	0.00	





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE TESIS:

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

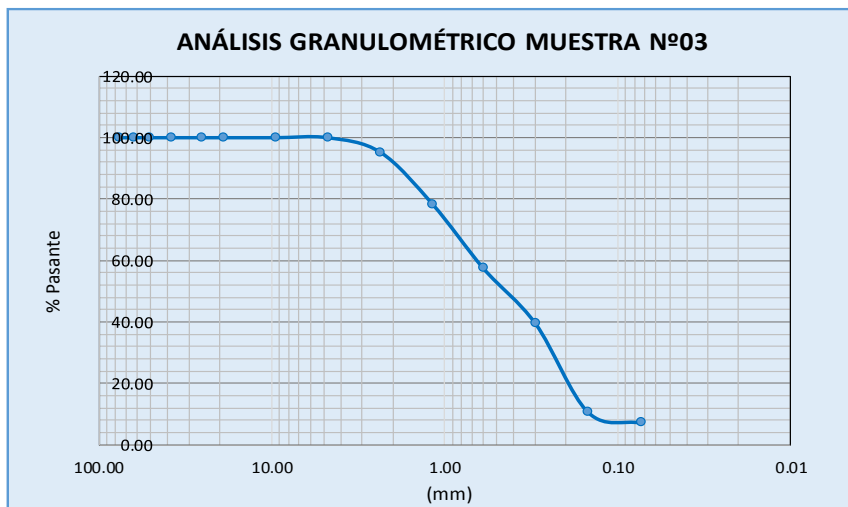
TESISTAS:

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

PESO DE LA MUESTRA		MUESTRA:		NORMA:		UBICACIÓN:				
2000 gr.		Muestra Nº03		ASTM C144-03		Nuevo Chimbote				
Desing. del Tamiz US	Tamices en milímetros	A		B % Retenido	% Mas Grueso	% Mas Fino				
		Peso Retenido gr.	Peso Retenido gr, REAL							
TAMIZADO USANDO EL P.T.M.	PIEDRA O CANTOS	4								
		3	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00			
	GRAVA	GRUESA	2 1/2	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
			2	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00		
			1 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00		
			1	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00		
			3/4	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00		
			3/8	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00		
		FINA	Nº 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00		
			Nº 8	2.36	94.73	94.74	4.74	4.74	95.26	
	TAMIZADO CON FRACCIÓN MENOR Q P.T.M.	ARENA	GRUESA	Nº 16	1.18	337.56	337.60	16.88	21.62	78.38
				Nº 30	0.60	417.61	417.67	20.88	42.50	57.50
			Nº 50	0.30	360.00	360.05	18.00	60.50	39.50	
Nº 100			0.15	576.12	576.19	28.81	89.31	10.69		
Nº 200			0.07	68.37	68.38	3.42	92.73	7.27		
P Nº 200				145.36	145.38	7.27	100.00	0.00		





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE TESIS:

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

TESISTAS:

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL

TIPO DE MUESTRA:	MATERIAL:	FECHA:	UBICACIÓN:			
Dado de mortero	Cemento - Arena - Agua	01/08/16	Chimbote			
Especimen	Material	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm2)
		L (cm)	A (cm)	Area (cm2)		
Muestra Nº 01	Cemento Arena	5.00	5.00	25.00	1457.00	58.00
Muestra Nº 02	Cemento Arena	5.00	5.00	25.00	1417.00	57.00
Muestra Nº 03	Cemento Arena	5.00	5.00	25.00	1506.00	60.00
Muestra Nº 04	Cemento Arena	5.00	5.00	25.00	1500.00	60.00
Muestra Nº 05	Cemento Arena	5.00	5.00	25.00	1474.00	59.00
Muestra Nº 06	Cemento Arena	5.00	5.00	25.00	1410.00	57.00
<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>					<b>58.5</b>	
<b>Desviación estandar</b>					<b>1.38</b>	
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>2.36%</b>	



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE TESIS:

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

TESISTAS:

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL

TIPO DE MUESTRA:	MATERIAL:	FECHA:	UBICACIÓN:			
Dado de mortero	Cemento - Cal - Arena - Agua	01/08/16	Chimbote			
Especimen	Material	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm2)
Muestra Nº 01*	Cemento - cal - Arena	L (m)	A (m)	Area (cm2)		
		5.00	5.00	25.00	1787.00	71.00
Muestra Nº 02*	Cemento - cal - Arena	5.00	5.00	25.00	1608.00	64.00
Muestra Nº 03*	Cemento - cal - Arena	5.00	5.00	25.00	1749.00	70.00
Muestra Nº 04*	Cemento - cal - Arena	5.00	5.00	25.00	1950.00	78.00
Muestra Nº 05*	Cemento - cal - Arena	5.00	5.00	25.00	1473.00	59.00
Muestra Nº 06*	Cemento - cal - Arena	5.00	5.00	25.00	1648.00	66.00
<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>					<b>68</b>	
<b>Desviación estandar</b>					<b>6.54</b>	
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>9.62%</b>	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL**

<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Pilas de albañilería	<b>UNIDAD DE ALBAÑILERIA:</b> King kong Industrial	<b>FECHA:</b> 01/08/16	<b>UBICACIÓN:</b> Nvo. Chimbote
---	---	---------------------------	------------------------------------

Especimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm2)
		L (m)	A (m)	H (m)		
Muestra Nº 01	2 Hiladas	23.00	13.00	19.50	23599	134.11
Muestra Nº 02	2 Hiladas	23.00	13.00	19.50	20245	115.05
Muestra Nº 03	2 Hiladas	23.00	13.00	19.50	21547	122.45
Muestra Nº 04	2 Hiladas	23.00	13.00	19.50	22245	126.41
Muestra Nº 05	2 Hiladas	23.00	13.00	19.50	23547	133.81

<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>	<b>126.37</b>
<b>Desviación estandar</b>	<b>8.04</b>
<b>Coeficiente de variación</b>	<b>6.37%</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL**

<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Pilas de albañilería	<b>UNIDAD DE ALBAÑILERIA:</b> King kong concreto	<b>FECHA:</b> 01/08/16	<b>UBICACIÓN:</b> Nvo. Chimbote
---	---	---------------------------	------------------------------------

Especimen	Numero de Hiladas	Dimenciones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm2)
		L (m)	A (m)	H (m)		
Muestra Nº 01	2 Hiladas	22.00	13.00	17.50	6031	34.76
Muestra Nº 02	2 Hiladas	22.00	13.00	17.50	5430	31.30
Muestra Nº 03	2 Hiladas	22.00	13.00	17.80	5774	33.28
Muestra Nº 04	2 Hiladas	22.00	13.00	17.50	5541	31.94
Muestra Nº 05	2 Hiladas	22.00	13.00	17.50	6282	36.21

<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>	<b>33.50</b>
<b>Desviación estandar</b>	<b>2.02</b>
<b>Coeficiente de variación</b>	<b>6.02%</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA****FACULTAD DE INGENIERIA****ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL****TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO****ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL**

<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	<b>UNIDAD DE ALBAÑILERIA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>UBICACIÓN:</b>			
Pilas de albañilería	King kong Artesanal	01/08/16	Nvo. Chimbote			
Especimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
Muestra Nº 01	2 Hiladas	21.50	11.89	17.00	10734	61.12
Muestra Nº 02	2 Hiladas	21.00	11.95	17.00	10338	58.86
Muestra Nº 03	2 Hiladas	21.50	11.85	17.50	11066	63.01
Muestra Nº 04	2 Hiladas	21.50	11.65	17.00	10645	60.61
Muestra Nº 05	2 Hiladas	21.50	11.87	17.00	10945	62.32
<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>					<b>61.18</b>	
<b>Desviación estandar</b>					<b>1.61</b>	
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>2.63%</b>	



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE TESIS:

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

TESISTAS:

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL

TIPO DE MUESTRA: Pilas de albañilería	UNIDAD DE ALBAÑILERIA: Pandereta Industrial	FECHA: 01/08/16	UBICACIÓN: Nvo. Chimbote
--	--	--------------------	-----------------------------

Especimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
Muestra Nº 01	2 Hiladas	22.50	11.00	19.00	4614	26.22
Muestra Nº 02	2 Hiladas	22.50	11.00	19.50	4336	24.64
Muestra Nº 03	2 Hiladas	22.50	11.00	19.00	4162	23.65
Muestra Nº 04	2 Hiladas	22.50	11.00	19.00	4065	23.10
Muestra Nº 05	2 Hiladas	22.50	11.00	19.00	4274	24.29

<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>	<b>24.38</b>
<b>Desviación estandar</b>	<b>1.19</b>
<b>Coheficiente de variación</b>	<b>4.87%</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL**

<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Pilas de albañilería	<b>UNIDAD DE ALBAÑILERIA:</b> King kong Industrial	<b>FECHA:</b> 01/08/16	<b>UBICACIÓN:</b> Nvo. Chimbote
---	---	---------------------------	------------------------------------

Especimen	Numero de Hiladas	Dimenciones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm2)
		L (m)	A (m)	H (m)		
Muestra Nº 01	3 Hiladas	23.00	13.00	30.00	20543	116.74
Muestra Nº 02	3 Hiladas	23.00	13.00	29.00	21004	119.36
Muestra Nº 03	3 Hiladas	23.00	13.00	29.00	19875	112.94
Muestra Nº 04	3 Hiladas	23.00	13.00	30.00	20546	116.76
Muestra Nº 05	3 Hiladas	23.00	13.00	29.00	19747	112.22

<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>	<b>115.60</b>
<b>Desviación estandar</b>	<b>2.97</b>
<b>Coeficiente de variación</b>	<b>2.57%</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL**

<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Pilas de albañilería	<b>UNIDAD DE ALBAÑILERIA:</b> King kong concreto	<b>FECHA:</b> 01/08/16	<b>UBICACIÓN:</b> Nvo. Chimbote
---	---	---------------------------	------------------------------------

Especimen	Numero de Hiladas	Dimenciones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm2)
		L (m)	A (m)	H (m)		
Muestra Nº 01	3 Hiladas	22.00	13.00	27.50	7574	43.65
Muestra Nº 02	3 Hiladas	22.00	13.00	27.30	7731	44.56
Muestra Nº 03	3 Hiladas	22.00	13.00	27.00	7328	42.24
Muestra Nº 04	3 Hiladas	22.00	13.00	27.50	7498	43.22
Muestra Nº 05	3 Hiladas	22.00	13.00	27.50	7562	43.59

<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>	<b>43.45</b>
<b>Desviación estandar</b>	<b>0.84</b>
<b>Coeficiente de variación</b>	<b>1.93%</b>



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE TESIS:

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

TESISTAS:

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL

TIPO DE MUESTRA: Pilas de albañilería	UNIDAD DE ALBAÑILERIA: King kong Artesanal	FECHA: 01/08/16	UBICACIÓN: Nvo. Chimbote
--	---	--------------------	-----------------------------

Especimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm2)
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
Muestra Nº 01	3 Hiladas	21.00	11.50	26.50	8849	54.79
Muestra Nº 02	3 Hiladas	21.00	11.50	26.00	7770	48.11
Muestra Nº 03	3 Hiladas	22.00	12.50	25.50	8603	53.27
Muestra Nº 04	3 Hiladas	21.50	11.50	35.00	8484	52.53
Muestra Nº 05	3 Hiladas	21.50	12.00	35.00	7895	48.89

<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>	<b>51.52</b>
<b>Desviación estandar</b>	<b>2.89</b>
<b>Coheficiente de variación</b>	<b>5.61%</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL**

<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Pilas de albañilería	<b>UNIDAD DE ALBAÑILERIA:</b> Pandereta Industrial	<b>FECHA:</b> 01/08/16	<b>UBICACIÓN:</b> Nvo. Chimbote
---	---	---------------------------	------------------------------------

Especimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm2)
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
Muestra Nº 01	3 Hiladas	23.00	11.00	29.50	3980	22.62
Muestra Nº 02	3 Hiladas	23.00	11.00	29.00	4882	27.74
Muestra Nº 03	3 Hiladas	23.00	11.00	38.80	4565	25.94
Muestra Nº 04	3 Hiladas	23.00	11.00	38.50	4715	26.79
Muestra Nº 05	3 Hiladas	23.00	11.00	39.00	4598	26.13

<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>	<b>25.85</b>
<b>Desviación estandar</b>	<b>1.94</b>
<b>Coheficiente de variación</b>	<b>7.50%</b>



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE TESIS:

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

TESISTAS:

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL

TIPO DE MUESTRA: Pilas de albañilería	UNIDAD DE ALBAÑILERIA: King kong Industrial	FECHA: 01/08/16	UBICACIÓN: Nvo. Chimbote
--	--	--------------------	-----------------------------

Especimen	Numero de Hiladas	Dimenciones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm2)
		L (m)	A (m)	H (m)		
Muestra Nº 01	4 Hiladas	23.00	13.00	40.00	18611	105.76
Muestra Nº 02	4 Hiladas	23.00	13.00	39.70	18864	107.20
Muestra Nº 03	4 Hiladas	23.00	13.00	39.80	18918	107.51
Muestra Nº 04	4 Hiladas	23.00	13.00	40.00	19248	109.38
Muestra Nº 05	4 Hiladas	23.00	13.00	39.70	18478	105.01
<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>					<b>106.97</b>	
<b>Desviación estandar</b>					<b>1.69</b>	
<b>Coeficiente de variación</b>					<b>1.58%</b>	



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE TESIS:

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

TESISTAS:

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL

TIPO DE MUESTRA: Pilas de albañilería	UNIDAD DE ALBAÑILERIA: King kong concreto	FECHA: 01/08/16	UBICACIÓN: Nvo. Chimbote
--	--	--------------------	-----------------------------

Especimen	Numero de Hiladas	Dimenciones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm2)
		L (m)	A (m)	H (m)		
Muestra Nº 01	4 Hiladas	22.00	13.00	36.00	5436	30.89
Muestra Nº 02	4 Hiladas	22.00	13.00	36.50	4820	27.39
Muestra Nº 03	4 Hiladas	22.00	13.00	36.00	6436	36.57
Muestra Nº 04	4 Hiladas	22.00	13.00	36.00	5232	29.73
Muestra Nº 05	4 Hiladas	22.00	13.00	36.00	5432	30.87

<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>	<b>31.09</b>
<b>Desviación estandar</b>	<b>3.38</b>
<b>Coheficiente de variación</b>	<b>10.87%</b>





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE TESIS:

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

TESISTAS:

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL

TIPO DE MUESTRA: Pilas de albañilería	UNIDAD DE ALBAÑILERIA: King kong Artesanal	FECHA: 01/08/16	UBICACIÓN: Nvo. Chimbote
--	---	--------------------	-----------------------------

Especimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
Muestra Nº 01	4 Hiladas	21.50	12.00	35.00	7951	44.67
Muestra Nº 02	4 Hiladas	21.50	12.00	35.00	8211	46.13
Muestra Nº 03	4 Hiladas	21.50	12.00	35.00	7940	44.61
Muestra Nº 04	4 Hiladas	21.50	12.00	35.00	7962	44.73
Muestra Nº 05	4 Hiladas	21.50	12.00	35.00	8032	45.12

<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>	<b>45.05</b>
<b>Desviación estandar</b>	<b>0.64</b>
<b>Coheficiente de variación</b>	<b>1.41%</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO DE TESIS:**

"Estudio Experimental de los Factores de Corrección Por Esbeltez de la Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Albañilería de la Zona - Nuevo Chimbote"

**TESISTAS:**

Aguilar Velasquez / Bolaños Narcizo

**REGISTROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL**

<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Pilas de albañilería	<b>UNIDAD DE ALBAÑILERIA:</b> Pandereta Industrial	<b>FECHA:</b> 01/08/16	<b>UBICACIÓN:</b> Nvo. Chimbote
---	---	---------------------------	------------------------------------

Especimen	Numero de Hiladas	Dimensiones			P max (kgf)	f'b (kgf/cm2)
		L (cm)	A (cm)	H (cm)		
Muestra Nº 01	4 Hiladas	23.00	11.00	39.50	2696	15.32
Muestra Nº 02	4 Hiladas	23.00	11.00	39.00	3516	19.98
Muestra Nº 03	4 Hiladas	23.00	11.00	38.80	2492	14.16
Muestra Nº 04	4 Hiladas	23.00	11.00	38.50	3487	19.82
Muestra Nº 05	4 Hiladas	23.00	11.00	39.00	2956	16.80

<b>Resistencia a compresión axial promedio</b>	<b>17.22</b>
<b>Desviación estandar</b>	<b>2.62</b>
<b>Coeficiente de variación</b>	<b>15.23%</b>

ANEXO N° 03.

PANEL FOTOGRAFICO.

## PANEL FOTOGRÁFICO.

### TESISTAS:

AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.

BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.

### TESIS:

“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LOS FACTORES DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”



### DESCRIPCIÓN: FOTO N° 01

Método del cuarteo para el análisis granulométrico del agregado fino (Arena gruesa de la Cantera “la Carbonera”).

### TESISTAS:

AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.

BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.

### TESIS:

“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LOS FACTORES DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”



### DESCRIPCIÓN: FOTO N° 02

Análisis Granulométrico del agregado fino (Arena gruesa de la Cantera “la Carbonera”), preparación de los tamices estándares.

**TESISTAS:**

**AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.**

**BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.**

**TESIS:**

**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE  
LOS FACTORES DE CORRECCIÓN  
POR ESBELTEZ DE LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**



**DESCRIPCIÓN: FOTO N° 03**

Método de zarandero de muestra (Arena gruesa de la Cantera “la Carbonera”). NTP 339.128:1999.

**TESISTAS:**

**AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.**

**BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.**

**TESIS:**

**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE  
LOS FACTORES DE CORRECCIÓN  
POR ESBELTEZ DE LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**



**DESCRIPCIÓN: FOTO N° 04**

Análisis Granulométrico del agregado fino (Arena gruesa de la Cantera “la Carbonera”), separación, seleccionado y pesado de material retenido en los tamices.

**TESISTAS:**

**AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.**

**BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.**

**TESIS:**

**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE  
LOS FACTORES DE CORRECCIÓN  
POR ESBELTEZ DE LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**



**DESCRIPCIÓN: FOTO N° 05**

Ensayo para la determinación del contenido de humedad del agregado fino (arena gruesa), Norma de Ensayo NTP 339.185

**TESISTAS:**

**AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.**

**BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.**

**TESIS:**

**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE  
LOS FACTORES DE CORRECCIÓN  
POR ESBELTEZ DE LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**



**DESCRIPCIÓN: FOTO N° 06**

Ensayo de asentamiento del mortero (slump). Norma de Ensayo ASTM C 143-78



**TESISTAS:**  
**AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.**  
**BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.**

**TESIS:**  
**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE  
LOS FACTORES DE CORRECCIÓN  
POR ESBELTEZ DE LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**



**DESCRIPCIÓN: FOTO N° 07**  
Ensayo de absorción del agregado fino (arena gruesa). Norma de ensayo NTP 400.022.

**TESISTAS:**  
**AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.**  
**BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.**

**TESIS:**  
**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE  
LOS FACTORES DE CORRECCIÓN  
POR ESBELTEZ DE LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**



**DESCRIPCIÓN: FOTO N° 08**  
Ensayo de peso específico agregado fino (arena gruesa). Norma de ensayo NTP 400.022.

**TESISTAS:**  
**AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.**  
**BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.**

**TESIS:**  
**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE  
LOS FACTORES DE CORRECCIÓN  
POR ESBELTEZ DE LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**



**DESCRIPCIÓN: FOTO N° 09**  
Elaboración de dados de mortero, para ensayo de resistencia a compresión axial.  
Norma de Ensayo NTP 399.613

**TESISTAS:**  
**AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.**  
**BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.**

**TESIS:**  
**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE  
LOS FACTORES DE CORRECCIÓN  
POR ESBELTEZ DE LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**



**DESCRIPCIÓN: FOTO N° 10**  
Ensayo de resistencia a compresión axial de dados de mortero, Norma de Ensayo NTP 399.613



**TESISTAS:**

**AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.**

**BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.**

**TESIS:**

**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE  
LOS FACTORES DE CORRECCIÓN  
POR ESBELTEZ DE LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**



**DESCRIPCIÓN: FOTO N° 11**

Ensayo de variación dimensional, de acuerdo a la norma NTP 399.604 y 399.613.

**TESISTAS:**

**AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.**

**BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.**

**TESIS:**

**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE  
LOS FACTORES DE CORRECCIÓN  
POR ESBELTEZ DE LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**



**DESCRIPCIÓN: FOTO N° 12**

Ensayo de alabeo, de acuerdo a la norma NTP 399.613.

**TESISTAS:**  
**AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.**  
**BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.**

**TESIS:**  
**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE  
LOS FACTORES DE CORRECCIÓN  
POR ESBELTEZ DE LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**



**DESCRIPCIÓN: FOTO N° 13**

Ensayo de absorción de la unidad de albañilería, de acuerdo a la norma NTP 399.604 y 399.1613.

**TESISTAS:**  
**AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.**  
**BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.**

**TESIS:**  
**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE  
LOS FACTORES DE CORRECCIÓN  
POR ESBELTEZ DE LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**



**DESCRIPCIÓN: FOTO N° 14**

Ensayo de succión de la unidad de albañilería, de acuerdo a la norma NTP 399.604 y 399.613.

**TESISTAS:**  
**AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.**  
**BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.**

**TESIS:**  
**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE  
LOS FACTORES DE CORRECCIÓN  
POR ESBELTEZ DE LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**



**DESCRIPCIÓN: FOTO N° 15**  
Ensayo de resistencia a compresión de las unidades de albañilería, de acuerdo a la norma NTP 399.604 y 399.613.

**TESISTAS:**  
**AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.**  
**BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.**

**TESIS:**  
**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE  
LOS FACTORES DE CORRECCIÓN  
POR ESBELTEZ DE LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**



**DESCRIPCIÓN: FOTO N° 16**  
Preparación de los materiales para el asentado de ladrillos.



**TESISTAS:**

**AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.**

**BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.**

**TESIS:**

**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE  
LOS FACTORES DE CORRECCIÓN  
POR ESBELTEZ DE LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**



**DESCRIPCIÓN: FOTO Nº 17**

Construcción de pilas de albañilería de 4 hiladas.

**TESISTAS:**

**AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.**

**BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.**

**TESIS:**

**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE  
LOS FACTORES DE CORRECCIÓN  
POR ESBELTEZ DE LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**



**DESCRIPCIÓN: FOTO Nº 18**

Construcción de pilas de albañilería de 3 hiladas.

**TESISTAS:**  
**AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.**  
**BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.**

**TESIS:**  
**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE  
LOS FACTORES DE CORRECCIÓN  
POR ESBELTEZ DE LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**



**DESCRIPCIÓN: FOTO N° 19**

Ensayo de resistencia a compresión axial de pilas de albañilería de 3 hiladas. Ensayo realizado según Norma ASTM C-469.

**TESISTAS:**  
**AGUILAR VELÁSQUEZ YOLVI J.**  
**BOLAÑOS NARCIZO IRWING L.**

**TESIS:**  
**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE  
LOS FACTORES DE CORRECCIÓN  
POR ESBELTEZ DE LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
DE LA ZONA – NUEVO CHIMBOTE”**



**DESCRIPCIÓN: FOTO N° 20**

Ensayo de resistencia a compresión axial de pilas de albañilería de 2 hiladas. Ensayo realizado según Norma ASTM C-469.