

**UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZAN” DE
HUANUCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN
COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR
EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA SEMI
INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.

TESISTAS:

**BACH. SAMANIEL JUANITO, FALCON PARDAVE BACH.
NOE, RESPALDIZA MUNGUIA**

ASESOR:

ING. JORGE ZEVALLOS HUARANGA

HUÁNUCO – PERÚ

2018



DEDICATORIA

A nuestros padres por su comprensión y su apoyo incondicional en todo momento, para que seamos buenos profesionales y buenas personas.

Y a todas las personas que nos apoyaron para cumplir esta misión de ser profesional.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



AGRADECIMIENTO

Al Ingeniero Jorge Zevallos Huaranga por su apoyo en el asesoramiento para la elaboración de esta tesis y por compartir sus conocimientos en las aulas.

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco.

A todos los docentes de la facultad de ingeniería civil y arquitectura que contribuyeron con nuestra formación profesional



INDICE

Ítems	Págs.
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	01
CAPITULO I	03
1.0. MARCO TEORICO	03
1.1. ANTECEDENTES	03
1.1.1. ANTECEDENTES LOCALES	03
1.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	05
1.1.3. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	09
1.2. FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA	10
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.3.1. PROBLEMA GENERAL	13
1.4. OBJETIVOS	13
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	13
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	13
1.6. DELIMITACION DEL TEMA Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION	14

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"



1.7. HIPOTESIS	15
1.8. VARIABLES	15
1.8.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	15
1.8.2. VARIABLE DEPENDIENTE	15
1.9. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	16
1.10. UNIVERSO/POBLACION	16
1.11. MUESTRA	17
1.12. CONCEPTOS FUNDAMENTALES	18
1.12.1. ESBELTEZ	18
1.12.2. UNIDADES DE ALBAÑILERIA – LADRILLOS	20
1.12.3. MORTERO	21
1.12.4. PRISMAS DE ALBAÑILERÍA (PILAS)	23
1.12.5. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ($f'b$)	23
1.12.6. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA ($f'm$)	24
1.12.7. COEFICIENTES DE CORRECCION POR ESBELTEZ	24
1.12.7.1. NORMA TÉCNICA PERUANA - NTP 399.605. (2013)	24
1.12.7.2. DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES- RNE E070.	29
CAPITULO II	33

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"



2. MARCO METODOLOGICO	33
2.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION	33
2.1.1. TIPO DE INVESTIGACION	33
2.1.2. NIVEL DE INVESTIGACION	33
2.2. MATERIALES Y EQUIPOS	33
2.3. DESCRIPCION DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION	
EXPERIMENTAL	33
2.3.1. PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN	33
2.3.1.1. TRABAJO DE CAMPO	34
2.3.1.2. TRABAJO DE GABINETE Y LABORATORIO	35
2.3.1.2.1. PRIMERO: ESTUDIOS DE LA UNIDAD DE LADRILLO ARTESANAL.	35
2.3.1.2.2. SEGUNDO: ESTUDIO DEL MORTERO.	45
2.3.1.2.3. TERCERO: CONSTRUCCIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL.	48
2.4. ANÁLISIS DE DATOS.	53
CAPITULO III	54
3.0 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
3.1. RESULTADOS COMO UNIDAD DE ALBAÑILERIA.	54
3.1.1. ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL.	54



3.1.2. ENSAYO DE ALABEO.	54
3.1.3. ENSAYO DE SUCCIÓN.	55
3.1.4. ENSAYO DE ABSORCIÓN.	56
3.1.5. ENSAYO A COMPRESIÓN COMO UNIDAD DE LADRILLO.	56
3.2. RESULTADOS DEL MORTERO.	58
3.3. RESULTADOS DE LOS PRISMAS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL DE ARCILLA.	59
3.3.1. VARIACIÓN DIMENSIONAL EN PRISMAS DE ALBAÑILERÍA.	59
3.3.2. RESULTADOS DEL ENSAYO A COMPRESIÓN AXIAL EN PRISMAS DE ALBAÑILERÍA.	60
3.3.3. RESULTADO DEL CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CORRECCIÓN DE F'M POR ESBELTEZ.	62
3.3.3.1. COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE f_m POR ESBELTEZ - SEMI INDUSTRIAL	62
3.3.3.2. COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE f_m POR ESBELTEZ – ARTESANAL	64
3.3.4. COMPARACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE f_m POR ESBELTEZ.	66
3.3.5. COMPARACIÓN DE LA NORMA E0.70 CON LOS RESULTADOS.	67
3.3.6. TIPOS DE FALLAS PRESENTADAS EN LOS PRISMAS DE ALBAÑILERÍA.	68



3.4. DISCUSIÓN	75
3.5. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.	77
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFIA	82
ANEXOS	84



INDICE DE TABLAS

Tablas	Págs.
Tabla 1.- Evaluación del Coeficiente de Corrección por Esbeltez (Cce).	7
Tabla 2.- Factores de corrección de $f'm$ por esbeltez- norma ASTM C1314	9
Tabla 3. Factores de corrección altura/espesor para la resistencia en compresión de prisma de albañilería.	29
Tabla 4. Resistencias. Características de la albañilería MPA (kg/cm ²) - RNE	32
Tabla 5.- Coeficientes de corrección del RNE E. 070	32
Tabla 6. Resumen de Variación Dimensional como unidad de ladrillo semi industrial y artesanal.	54
Tabla 7. Resumen del ensayo de alabeo del ladrillo semi industrial y artesanal	55
Tabla 8.- Resumen del ensayo de succión del ladrillo semi industrial y artesanal.	55
Tabla 9.- Resumen del ensayo de absorción del ladrillo en semi industrial y artesanal.	56
Tabla 10.- Resistencia a compresión de la unidad $f' b$	57
Tabla 11.- Resumen del ensayo a compresión como unidad de ladrillo.	58
Tabla 12.- Resumen del ensayo a compresión de mortero $f'mortero$ 28 días.	59
Tabla 13.- Resumen de la variabilidad dimensional en prismas de albañilería.	60
Tabla 14. Resumen a compresión axial en cada prisma semi industrial.	60
Tabla 15. Resumen a compresión axial en cada prisma artesanal.	61
Tabla 16.- Coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez de prismas semi industrial.	63

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"



Tabla 17.- Coeficiente de corrección de f'm por esbeltez de prismas artesanal.	65
Tabla 18.- Comparación de los coeficientes de corrección de f'm por esbeltez – semi industrial.	66
Tabla 19.- Comparación de los coeficientes de corrección de f'm por esbeltez - artesanal.	67
Tabla 20. Resumen de clasificar f'm con la Norma E 070 – semi industrial.	67
Tabla 21. Resumen de clasificar f'm con la Norma E 070 – artesanal.	67
Tabla 22. Variabilidad dimensional del ladrillo semi industrial de arcilla de la ladrillera chapacuate.	86
Tabla 23. Variabilidad dimensional del ladrillo artesanal de arcilla de la ladrillera chapacuate.	87
Tabla 24.- Alabeo en ladrillos semi industriales de arcilla.	88
Tabla 25.- Alabeo en ladrillos artesanales de arcilla.	88
Tabla 26.- Succión en ladrillos semi industriales de arcilla.	89
Tabla 27.- Succión en ladrillos artesanales de arcilla.	89
Tabla 28.- Absorción en ladrillos semi industriales de arcilla.	90
Tabla 29.- Absorción en ladrillos artesanales de arcilla.	90
Tabla 30. Variabilidad dimensional en prismas de albañilería para 2, 3 y 4 hiladas de ladrillos semi industrial.	92
Tabla 31. Variabilidad dimensional en prismas de albañilería para 2, 3 y 4 hiladas de ladrillos artesanal.	93
Tabla 32.- Resistencia a compresión axial para 2, 3 y 4 hiladas, de ladrillos semi industrial.	96

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"



Tabla 33.- Resistencia a compresión axial para 2, 3 y 4 hiladas, de ladrillos artesanales.	97
--	----

INDICE DE FIGURAS

Figuras	Págs.
Figura 1. Modelo de Prisma de esbeltez.	10
Figura 2. Radio de giro, r.	19
Figura 3. Prisma de esbeltez.	20
Figura 4. Ubicación de las mediciones en el prisma.	26
Figura 5. Esquema de modo de fallas	28
Figura 6. Medición del ladrillo semi industrial como unidad	37
Figura 7. Medición del ladrillo artesanal como unidad	37
Figura 8. Medición del alabeo en el ladrillo semi industrial como unidad	38
Figura 9. Medición del alabeo en el ladrillo artesanal como unidad	38
Figura 10. Ladrillo Semi Industrial sumergido por un minuto con un nivel constante.	40
Figura 11. Ladrillo Artesanal sumergido por un minuto con un nivel constante.	41
Figura 12. Ladrillos Semi Industrial sumergidos por 24 horas.	42
Figura 13. Ladrillo artesanal sumergidos por 24 horas.	43
Figura 14. Ensayo a compresión de unidad de ladrillo Semi Industrial	44
Figura 15. Ensayo a compresión de unidad de ladrillo Artesanal	44
Figura 16. Mortero en proporción 1:0:4 (cemento: cal: arena)	46
Figura 17. Mortero en molde para ensayo	46

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"



Figura 18. Cubo de mortero sometido a compresión axial	47
Figura 19. Asentando verticalmente con nivel de carpintero.	49
Figura 20. Refrentado con cemento- yeso	50
Figura 21. Pila instalada para ensayo a compresión axial	51
Figura 22. Dispersión de $f'm$ para diferente esbeltez- prisma semi industrial	61
Figura 23. Dispersión de $f'm$ para diferente esbeltez- prisma artesanal.	62
Figura 24. Coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez obtenidos de forma experimental para prismas semi industrial.	64
Figura 25. Coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez obtenidos de forma experimental para prismas artesanales.	65
Figura 26. Falla por aplastamiento – Artesanal.	68
Figura 27. Falla por fisuras verticales – Artesanal.	68
Figura 28. Falla por Fisuras verticales – Semi industrial.	69
Figura 29. Falla por fisuras verticales – Semi industrial.	69
Figura 30. Grieta vertical vista lateral – Artesanal.	69
Figura 31. Fisura vertical vista frontal – Artesanal.	69
Figura 32. Grieta vertical vista lateral – Artesanal.	70
Figura 33. Fisura vertical vista frontal – Artesanal.	70
Figura 34. Grieta vertical vista lateral – Semi industrial.	70
Figura 35. Fisura vertical vista frontal – Semi industrial.	70
Figura 36. Grieta vertical vista lateral – Semi industrial.	71
Figura 37. Fisura vertical vista frontal – Semi industrial.	71



Figura 38. Falla por trituración vista frontal – Artesanal.	71
Figura 39. Falla por trituración frontal – Artesanal.	71
Figura 40. Falla por trituración vista lateral – artesanal.	72
Figura 41. Falla por trituración vista frontal – artesanal.	72
Figura 42. Falla por trituración vista frontal – Semi industrial.	72
Figura 43. Falla por trituración vista lateral – Semi industrial.	72
Figura 44. Falla por trituración vista frontal – Semi industrial.	73
Figura 45. Falla por trituración vista lateral – Semi industrial.	73
Figura 46. Falla por trituración y fisura vertical vista frontal - Artesanal.	74
Figura 47. Falla por trituración y fisura vertical vista lateral - Artesanal.	74
Figura 48. Falla por trituración y fisura vertical vista frontal - Artesanal.	74
Figura 49. Falla por trituración y fisura vertical vista lateral - Artesanal.	74
Figura 50. Adquisición de ladrillos artesanales y semi industriales de la ladrillera chapacuate.	100
Figura 51. Transporte de las unidades de albañilería.	100
Figura 52. Medida de los lados del ladrillo semi industrial.	101
Figura 53. Medida de los lados del ladrillo artesanal.	102
Figura 54. Midiendo el alabeo en ladrillos semi industrial.	103
Figura 55. Midiendo el alabeo en ladrillos artesanal.	103
Figura 56. Peso seco de la unidad de ladrillo.	104
Figura 57. Unidad de ladrillo sumergido por un minuto.	104
Figura 58. Peso sumergido, para ensayo a succión.	105



Figura 59. Peso seco de la unidad de ladrillo.	105
Figura 60. Peso sumergido, para ensayo a succión.	106
Figura 61. Peso seco de la unidad de ladrillo.	106
Figura 62. Unidad de ladrillo sumergido por 24 horas.	107
Figura 63. Peso sumergido, para ensayo de absorción.	107
Figura 64. Peso seco de la unidad de ladrillo.	108
Figura 65. Peso sumergido, para ensayo de absorción.	108
Figura 66. Preparación de la Mezcla	109
Figura 67. Molde para hacer los cubos de motero.	109
Figura 68. Cubos de concreto remojado por 28 días.	110
Figura 69. Cubo de mortero para ensayo a la resistencia a compresión	111
Figura 70. Construcción de los prismas de albañilerías.	112
Figura 71. Refrentado de los prismas de albañilerías.	113
Figura 72. Construcción de los prismas de albañilerías.	114
Figura 73. Ensayo a compresión axial para 2 hiladas en prismas de Albañilería.	115
Figura 74. Ensayo a compresión axial para 3 y 4 hiladas en prismas de Albañilería.	116
Figura 75. Ensayo a compresión axial para 2 hiladas en prismas de Albañilería.	117
Figura 76. Ensayo a compresión axial para 2 hiladas en prismas de	118



Albañilería.

Figura 77. Tesistas y jefe de laboratorio.

119



RESUMEN

Este estudio se realizó por la carencia de conocimiento respecto a los coeficientes de corrección de la resistencia a compresión axial en prismas de albañilería (f_m) por efectos de esbeltez en nuestra región, por lo que ha llevado a los autores del trabajo de investigación a determinar los coeficientes de corrección de forma experimentalmente de las unidades de albañilería que fabrican en nuestra región.

Para este propósito se construyó 60 prismas de albañilería (30 de ladrillos semi industrial y 30 de ladrillos artesanales) con variación de la esbeltez en 2, 3 y 4 hiladas. Se realizó su ensayo f_m a los 28 días de ser construidas; también se determinó las propiedades físicas - mecánicas de los ladrillos, por lo tanto, se ensayó la resistencia a compresión del mortero con una dosificación según el RNE E 070 Cemento: Arena - 1:4, llegándose a determinar qué factores influyen a la f_m , siendo éstas: a) las resistencias como unidad de ladrillo (f_b) tienden a variar; b) la esbeltez influye, a mayor esbeltez menor f_m . El cálculo del Coeficiente de corrección por esbeltez experimentalmente no se asemeja a las normas E 070, ASTM C1314 y NTP 399.605, por lo tanto, se considera para este estudio que la esbeltez mínima a considerar es 2 y la esbeltez estándar sea $E = 3$ donde $C_{ce} = 1$.

Sin embargo, la resistencia característica a compresión axial de los prismas de albañilería (f'_m) depende de la esbeltez, que es la relación que existe entre la altura y el espesor del prisma. La actual Norma Técnica de Edificación de albañilería E.070 (RNE), establecen un valor nominal de esbeltez igual a 5. Además, establecen



coeficientes de corrección para esbelteces menores que cinco. Estos coeficientes se aplican multiplicando a la resistencia a compresión axial obtenida del ensayo, para que de este modo estimar la resistencia que se obtendría con la esbeltez nominal.

Los coeficientes de corrección de la resistencia a compresión axial $f'm$ por esbeltez que proporciona la Norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería (RNE) no tienen un respaldo experimental. Además, la norma nacional INDECOPI 2013, proporciona otros valores para los coeficientes de corrección, esto debido a que la norma INDECOPI 2013 toma los valores de la norma ASTM C1314 – 2003. Y cuando se recurre a las normas de otros países, como la Norma Colombiana NSR – 1998, la Norma Mexicana de Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería – 2003, etc., se obtienen diferentes valores para las mismas esbelteces.

Es por eso que en esta investigación se pretende encontrar de forma experimental los coeficientes de corrección de $f'm$ por esbeltez adecuados a nuestra realidad. Los coeficientes de corrección obtenidos en esta investigación, se compararán con los de la norma E 070.

En este estudio se ha planteado como hipótesis de investigación que los coeficientes de corrección obtenidos experimentalmente de los prismas de albañilería serán comparados con aquellos presentados por la norma E. 070.

La Tesis consta de 3 capítulos:

Capítulo I: Encontramos los antecedentes, formulación del problema, objetivos, justificación, hipótesis, variables, muestra y conceptos fundamentales.



Capítulo II: El tipo y nivel de investigación, materiales y equipos, descripción del desarrollo de la investigación experimental, procedimiento de investigación, tratamiento y análisis de datos.

Capítulo III: Resultados como unidad de ladrillo, resultados del mortero, resultados de los prismas de albañilería con ladrillo semi industrial y artesanal de arcilla, discusión, contrastación de la hipótesis.

Finalizando con las conclusiones y recomendaciones.

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



ABSTRACT

This study was carried out due to the lack of knowledge regarding the correction coefficients of axial compressive strength in masonry prisms (f'_m) due to slenderness effects in our region, which has led the authors of the research work to determine the correction coefficients experimentally of the masonry units that are manufactured in our region.

For this purpose, 60 masonry prisms were built (30 of semi-industrial bricks and 30 of hand-made bricks) with variation of slenderness in 2, 3 and 4 courses. His f'_m test was carried out 28 days after being built; the physical and mechanical properties of the bricks were also determined, therefore the compressive strength of the mortar was tested with a dosage according to the RNE E 070 Cement: Sand - 1: 4, determining which factors influence the f'_m , being these: a) the resistances as unit of brick (f'_b) tend to vary; b) slenderness influences, the greater the slenderness smaller f'_m . The calculation of the correction coefficient for slenderness experimentally does not resemble the standards E 070, ASTM C1314 and NTP 399.605, therefore it is considered for this study that the minimum slenderness to be considered is 2 and the standard slenderness is $E = 3$ where $C_{ce} = 1$

However, the characteristic resistance to axial compression of the masonry prisms (f'_m) depends on the slenderness, which is the relationship between the height and thickness of the prism. The current E.070 masonry building technical standard (RNE), establishes a nominal value of slenderness equal to 5. In addition, they establish correction coefficients for slenderness less than five. These coefficients are applied by

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



multiplying the axial compressive strength obtained from the test, so that in this way we can estimate the resistance that would be obtained with the nominal slenderness. The correction coefficients of the resistance to axial compression $f'm$ for slenderness provided by the Technical Building Standard E.070 Masonry (RNE) have no experimental support. In addition, the INDECOPI 2013 national standard provides other values for the correction coefficients, this is because the INDECOPI 2013 standard takes the values of the ASTM C1314 - 2003 standard. And when it resorts to the standards of other countries, such as the Standard Colombian NSR - 1998, the Mexican Standard for Design and Construction of Masonry Structures - 2003, etc., different values are obtained for the same slenderness.

That is why this research intends to find experimentally the correction coefficients of $f'm$ by slenderness appropriate to our reality. The correction coefficients obtained in this investigation will be compared with those of the E 070 standard. In this study, it has been proposed as a research hypothesis that the correction coefficients obtained experimentally from masonry prisms are possibly within the range established by the norm E. 070.

The Thesis consists of 3 chapters:

Chapter I: We find the background, formulation of the problem, objectives, justification, hypothesis, variables, sample and fundamental concepts.

Chapter II: The type and level of research, materials and equipment, description of the development of experimental research, research procedure, treatment and data



analysis. .

Chapter III: Results as a unit of brick, results of the mortar, results of the prisms of masonry with semi-industrial brick and clay craft, discussion, testing of the hypothesis.

Finalizing with the conclusions and recommendations.

Key words: brick, mortar, prisms, masonry, slenderness, resistance.



INTRODUCCIÓN

Huánuco, como ciudad, es el centro urbano de las decisiones políticas y administrativas del sector público, así como del comercio de la provincia del mismo nombre, la cual está ubicada en la zona Centro Oriental del Departamento de Huánuco, en ceja de selva. Nuestra zona urbana en los últimos años ha incrementado su expansión territorial por el crecimiento poblacional, lo cual ha obligado a la construcción de viviendas unifamiliares, multifamiliares, edificios comerciales, hostales, casas de hospedaje, locales financieros entre otros trabajos de construcción civil, siendo una zona de baja sismicidad. La mayor parte de las construcciones se hacen con el método constructivo de confinamiento; en lo que se aprecia que las edificaciones de tres y más pisos se hacen con muros de albañilería confinada utilizando ladrillos de arcilla de fabricación semi industrial y artesanal.

La provincia de Huánuco cuenta con espacios para la fabricación de ladrillos artesanal y semi industrial. Se ubican mayormente en los perímetros de la ciudad y algunos fuera (tomayquichua – ambo) de las que, observamos una gran oferta de ladrillos por la demanda del producto por los pobladores de economía baja y media, ya que estos son económicamente baratos.

El problema identificado para asumir este trabajo ha sido el desconocimiento real respecto a la funcionalidad de estos ladrillos en muros de albañilería; no se conoce su resistencia a compresión axial en prismas de albañilería (f'm), por lo que identificado el problema, éste se ha formulado de la siguiente manera: ¿ Cuáles son los coeficientes



de corrección de la resistencia a compresión de los prismas de albañilería ($f'm$) por efectos de la esbeltez, de unidades de albañilería semi industrial y artesanal, obtenidos de manera experimental para la Ciudad de Huánuco?

La Tesis busca determinar el comportamiento a compresión axial en prismas de albañilería con ladrillos de fabricación semi industrial y artesanal que se utiliza en la ciudad de Huánuco.

Los prismas de albañilería están compuestos por dos o más unidades de albañilería semi industrial o artesanal (ladrillos) enteras, asentadas una sobre otra mediante mortero. La altura de los prismas de albañilería no debe ser excesiva, a fin de facilitar su construcción, almacenaje y transporte desde la obra hacia el laboratorio. Estos prismas, a la edad de 28 días, son ensayados 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.



CAPITULO I

1.0. MARCO TEORICO

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. ANTECEDENTES LOCALES

Habiendo revisado las investigaciones bibliográficas en nuestra ciudad y entorno local no encontramos información acerca de este trabajo de investigación, pero si se realizaron investigaciones sobre unidades de albañilería. Algunos resultados de estos trabajos de investigación son:

1. Félix (2000), en su tesis sobre "UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ARCILLA COCIDA EN HUANUCO", UNHEVAL, HUÁNUCO – 2000, concluye que:
 - ✓ "La variabilidad dimensional arroja promedios de 8%, 4% y 4%, los cuales son valores excesivos. Como ya se dijo el espesor adecuado por adhesión de las juntas de mortero debe estar comprendido entre 9 y 12 mm".
 - ✓ "El alabeo promedio indica un valor de 2mm, el cual es aceptable según la norma E-070. Se manifiesta esto, ya que concavidades excesivas aumentarían el espesor de las juntas y disminuirían la resistencia a la compresión de la albañilería".



✓ “La resistencia a la compresión promedio de todas las fabricas nos dio un valor de 25kg/cm^2 , el cual está muy por debajo del mínimo requerido por la norma ($f'_b=60\text{ kg/cm}^2$ para el tipo I)”

2. Mendoza (2014), en su tesis sobre “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE LA ALBAÑILERÍA ELABORADA CON UNIDADES DE ARCILLA FABRICADAS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO”, UNHEVAL, HUÁNUCO – 2014, concluye que:

✓ “La variabilidad dimensional en las unidades son aceptables logrando una clasificación en ladrillos semi-industriales (V y IV) y artesanales (III y II), los coeficientes de variación de las unidades son aceptables.”

✓ Con respecto al alabeo, según este parámetro la clasificación es aceptable en las unidades semi – industriales (V) y artesanales (IV), sin embargo, especialmente en unidades artesanales con alabeos máximos hasta 4.5 mm ...”

✓ El porcentaje de vacíos determinado en las unidades huecas de la ladrillera chapacuate es mayor al 30%, por lo que estas unidades según la norma E. 070 son consideradas como “Unidades Huecas”. Este hecho de acuerdo a la norma prohíbe su uso como muro portante en las zonas sísmicas 2 y 3 (Huánuco pertenece a la zona 2), ya que la experiencia ha demostrado que estas unidades tienen una falla frágil y explosiva.

✓ “De acuerdo a la resistencia a compresión la clasificación de las unidades fue: Orión (III), Chapacuate “perforado” (III), Chapacuate “macizo” (IV), Bellavista (II), las fabricas Main y Salvador no lograron una clasificación normalizada.”



- ✓ “En la resistencia ($f'm$) de las pilas con ladrillos artesanales, el de la fábrica Salvador (23.70 kg/cm²) es la más baja, en comparación de las fabricas Chapacuate “Macizo” (30.79 kg/cm²)...”
- ✓ “En la resistencia ($f'm$) de las pilas con ladrillos semi – industrial, el de la fábrica Chapacuate “perforado” (45.96 kg/cm²), donde este a su vez tienen una resistencia ligeramente mayor a la resistencia ($f'm = 35$ kg/cm²) que la norma permite usar para fines de diseño cuando no se realicen ensayos en pilas con ladrillos artesanales, pero distante a la resistencia ($f'm = 65$ kg/cm²) que la norma permite para el caso de pilas con ladrillos industriales.”

1.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

1. Quiun, San Bartolomé y Mendoza (2005), en su investigación titulada: “CORRECCIÓN POR ESBELTEZ EN PILAS DE ALBAÑILERÍA ENSAYADAS A COMPRESIÓN AXIAL. PROYECTO SENCICO-PUCP”, PUCP, Lima-2005, que concluye:

- ✓ La curva de tendencia del coeficiente de corrección (CC) por esbeltez de las pilas de albañilería ensayadas a compresión axial, para 3 tipos distintos de 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 mismos a los dados por ININVI, 1982.
- ✓ INDECOPI, 2003 (al igual que ASTM C 1314, 2003), utiliza una esbeltez nominal $E = 2$ (donde $CC = 1$), que corresponde aproximadamente a una pila compuesta por 2 ladrillos, mientras que la esbeltez estándar para SENCICO, 2004, es $E = 5$. Habiéndose comprobado experimentalmente que los valores de CC son muy sensibles para esbelteces menores que 3, resulta aconsejable que la esbeltez estándar sea la especificada por SENCICO, 2004 y que las pilas estén compuestas por lo menos por tres unidades de albañilería.
 - ✓ De la investigación se tiene la comparación de resultados con los coeficientes especificados por INDECOPI y SENCICO. Los coeficientes de corrección por esbeltez que especifica INDECOPI, 2003 (iguales a los indicados por ASTM C 1314, 2003) están normalizados para una pila con esbeltez $E = 2$, por lo que para efectos comparativos hubo que estandarizar estos coeficientes a una esbeltez $E = 5$, que es el valor nominal empleado por SENCICO 2004. Los valores de INDECOPI, 2003; SENCICO, 2004; y, de la ecuación 1, se presentan tanto en el Gráfico 1, como en la Tabla 5, donde además se indica la diferencia porcentual de



los valores de ambas normas respecto a los obtenidos mediante la curva de ajuste.

Tabla 5. Comparación de los Valores CC.

E = h/t	1.5	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
INDECOPI (original)	0.75	0.86	1.00	1.01	1.07	1.15	---	1.22
INDECOPI (N = 5)	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
Diferencia INDECOPI-SENCICO	0.70	0.71	0.74	0.79	0.84	0.93	0.97	1.00
Diferencia INDECOPI-Ecuación 1	---	---	-1%	+1%	-2%	+2%	-1%	0%
Diferencia SENCICO-Ecuación 1	-13%	-1%	-11%	+5%	-5%	+1%	---	0%

Fuente: Quiun, et al (2005)

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

Tabla 1.- Evaluación del Coeficiente de Corrección por Esbeltez (Cce).

UNIDAD	E = h/t	Pm (kN)	Dispersión	f'm (kg/cm ²)	Cce
King Kong Artesanal	1.85	179.98	4.70%	67.99	0.657
	2.79	145.36	8.00%	53.01	0.842
	4.59	134.21	13.20%	46.19	0.966
	5.00	---	---	44.64	1.000
King Kong Industrial	1.60	462.97	9.4%	131.80	0.756
	2.39	441.42	10.7%	123.77	0.805
	3.24	420.1	9.7%	119.13	0.837
	4.00	391.29	9.9%	110.73	0.900
	5.00	---	---	99.68	1.000

Fuente: Quiun, et al (2007)



2. Bonilla (2006), en su tesis titulada: "FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ", PUCP, Lima-2006, que concluye:

- ✓ "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 que 3 y menores que 5, los coeficientes de corrección de $f'm$ por esbeltez (C_{ce}) son numéricamente muy parecidos, obteniendo un diferencial porcentual máximo 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 a 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".
- ✓ La norma nacional NTP 399.613 (INDECOPI 2003) al igual que la norma extranjera ACI 530.1 y la colombiana NSR 98, utilizan los factores C_{ce} especificados por la norma ASTM C1314, 2003, en tanto que los coeficientes C_{ce} de la norma E.070 (SENCICO 2004) se asemejan más a los de la norma mexicana UNAM, 2003.



- ✓ La norma nacional INDECOPI 2003, que se basa en la norma ASTM C1314, utiliza una esbeltez nominal igual a 2 (Cce es igual a 1 para la esbeltez igual a 2), a diferencia de la norma SENCICO 2004, que establece una esbeltez nominal igual a 5. Comprobándose experimentalmente que los valores Cce son muy sensibles para esbelteces menores que 3, se debe de exigir que se utilice una esbeltez estándar igual a 5.

1.1.3. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

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

Tabla 2.- Factores de corrección de f_m por esbeltez- norma ASTM C1314

Esbeltez	1.3	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
Factor	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22

Fuente: Norma ASTM C1314

2. Norma Chilena oficial NCH.2123.0F.97

En el anexo 8 de NCh.1928 (modificada el 2009): Confección y Ensayo de Prismas de Albañilería, indica:

- El espesor del prisma debe ser igual al espesor de los muros y vigas de la estructura.



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

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

Dónde:

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

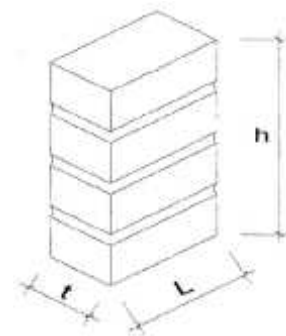


Figura 1. Modelo de Prisma de esbeltez.

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

1.2. FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

Sabemos que la Albañilería Estructural constituye una alternativa económica y sencilla de aplicar para resolver nuestro elevado déficit habitacional, mediante la construcción de edificios de mediana altura, en donde se aprovecha el área del terreno con una sola cimentación y se comparten los servicios comunes de agua, desagüe y electricidad (con una sola cisterna, tanque de agua, etc.); mejor aún, si estos edificios se ubican en urbanizaciones.



Sin embargo, vivimos en un país sísmico, donde además el medio ambiente es altamente erosivo, por lo que estas edificaciones tienen que ser convenientemente analizadas, diseñadas y construidas, de modo que tengan un adecuado comportamiento ante todo tipo de sollicitación.

Hasta antes de 1970, los edificios de albañilería se construían sin las precauciones necesarias, por lo que generalmente sufrían serios daños estructurales cuando ocurrían los sismos, llegando incluso a colapsar ante los terremotos. En otros casos, se proporcionaba paredes con espesores exagerados y muros en abundancia, dando por resultado edificios seguros, pero antieconómicos. Es decir, estas edificaciones no seguían los lineamientos de un diseño racional, debido a que el ingeniero estructural no contaba con la información suficiente que le permitiese efectuar un diseño adecuado.

Actualmente, la arquitectura moderna, las razones económicas y la mejor calidad de los materiales de construcción, conllevan a proyectar edificios de albañilería donde se aprovecha en mejor forma las dimensiones de los ambientes, colocando la mínima densidad posible de muros y por supuesto, el refuerzo adecuado; de manera que los muros de estas edificaciones puedan soportar sismos moderados sin ningún daño estructural y sismos severos con daños estructurales que sean reparables, evitando a toda costa el colapso y, por ende, salvando lo primordial: las vidas humanas.



En el caso de la albañilería, nuestras técnicas constructivas y materiales de construcción son muy diferentes a los que se emplean en otros países, por lo que a diferencia de otros materiales (como el concreto armado y el acero) resulta inadecuado adoptar códigos de diseño extranjeros.

De esta manera, en base a los escasos resultados experimentales alcanzados hasta el año de 1982, se elaboró el primer reglamento de diseño relativo a la albañilería: "Norma E-070, ININVI-82".

Actualmente, aunque aún nos falta un largo camino por recorrer en lo que a investigaciones se refiere, contamos con una propuesta moderna de diseño a la rotura, aplicable a los edificios compuestos por muros de albañilería confinada; esta propuesta está basada en los resultados teórico-experimentales de investigaciones.

Los coeficientes de corrección de $f'm$ por esbeltez que proporciona la Norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería no tienen un respaldo experimental. Es por eso que en esta investigación se pretende encontrar de forma experimental los coeficientes de corrección de $f'm$ por esbeltez adecuados a nuestra realidad.

Además, se comparará todos los coeficientes de corrección encontrados en esta investigación con los coeficientes de corrección propuestos en la Norma E-070.



1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuáles son los coeficientes de corrección de la resistencia a compresión de los prismas de albañilería ($f'm$) por efectos de la esbeltez, de unidades de albañilería semi industrial y artesanal, obtenidos de manera experimental para la Ciudad de Huánuco?

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar experimentalmente los coeficientes de corrección de la resistencia a compresión de los prismas de albañilería ($f'm$) por efectos de la esbeltez, de unidades de albañilería semi industrial y artesanal, en la ciudad de Huánuco.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Comparar los coeficientes de corrección obtenidos experimentalmente con aquellos presentados en la norma E.070.

1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Puesto que los coeficientes de la norma E. 070, 2006, no poseen respaldo experimental y son distintos a los especificados por normas extranjeras (NCh, 1993; NSR, 1998) e incluso por la norma nacional INDECOPI, 2013 (con coeficientes iguales a los indicados por la norma ASTM C 1314, 2003), en esta investigación se pretende obtener en forma experimental los coeficientes de



corrección para f adecuados a nuestra realidad. De intentarse evaluar estos coeficientes analíticamente, por ejemplo, mediante elementos finitos, surgirían factores que impiden un adecuado modelaje, como, por ejemplo: la penetración aleatoria del mortero o grout en los alvéolos de las unidades y la absorción de los solubles del mortero en los poros de la unidad. Ello justifica la necesidad de ejecutar esta investigación en forma experimental.

1.6. DELIMITACION DEL TEMA Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION

Delimitación del tema de investigación

- La investigación esta limitada al estudio de determinar experimentalmente los coeficientes de corrección de la albañilería elaborada con unidades de albañilería (ladrillos semi industrial y artesanal) de arcilla, fabricadas en la ladrillera Chapacuate en la ciudad de Huánuco.

Limitación de la investigación

Las limitaciones que tenemos para elaborar la investigación son las siguientes:

- Esta investigación planteada comprende solo para la ciudad de Huánuco.
- Los costos de los ensayos se encarecen debido al tipo de ensayo que se realizarán y al transporte de los materiales.



- Se utilizará ladrillos de arcilla (semi industrial y artesanal) producidos en Huánuco.

1.7. HIPOTESIS

“Con las unidades de albañilería semi industrial y artesanal de la ciudad de Huánuco se obtendrán los coeficientes de corrección experimentalmente, que serán comparados con aquellos presentados por la norma E. 070”.

1.8. VARIABLES

1.8.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- Esbeltez de prismas de albañilería.

1.8.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- Coeficientes de corrección de $f'm$.



1.9. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS	VARIABLES		DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICION	UNIDAD
¿Cuáles son los coeficientes de corrección de la resistencia a compresión de los prismas de albañilería ($f'm$) por efectos de la esbeltez, de unidades de albañilería semi industrial y artesanal, obtenidos de manera experimental para la Ciudad de Huánuco?	Determinar experimentalmente los coeficientes de corrección de la resistencia a compresión de los prismas de albañilería ($f'm$) por efectos de la esbeltez, de unidades de albañilería semi industrial y artesanal, en la ciudad de Huánuco.	"Con las unidades de albañilería semi industrial y artesanal de la ciudad de Huánuco se obtendrán los coeficientes de corrección experimentalmente, que serán comparados con aquellos presentados por la norma E. 070".	INDEPENDIENTES	Esbeltez de prismas de albañilería	Cantidad de unidades de albañilería en un prisma.	Esbeltez.	Wincha	adimensional
			DEPENDIENTES	Coefficientes de corrección de $f'm$.	El factor depende de la esbeltez del prisma y de la resistencia a compresión axial	Resistencia a la compresión axial ($f'm$)	Maquina Universal	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Tesistas

1.10. UNIVERSO/POBLACION

La investigación abarca espacialmente todo el ámbito de la ciudad de Huánuco.

La investigación tomará como universo, Las unidades de albañilería semi industrial y artesanal que se usaran para la construcción de los prismas de albañilería de la ciudad de Huánuco.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
 Samaniel Juanito Falcon Pardave.
 Noe Respaldiza Munguia.



Analizando los diferentes conceptos sobre población se llega a concluir que la población para este trabajo de investigación vendría hacer los prismas de albañilería contruidos de ladrillos semi industrial y artesanal de la ciudad de Huánuco en nuestro caso se usara de la ladrillera de Chapacuate.

Para el presente trabajo de investigación se usarán las unidades de albañilería de la ladrillera chapacuate, debido a que tiene una gran demanda en la ciudad de Huánuco, con lo que respecta a ladrillos artesanales y semi industriales.

Las ladrilleras quedan ubicadas en:

Ladrillera : Ladrillos Cerámicos Chapacuate S.A.C.

Distribución : Av. Colectora Mza. G Lote. 3 Urb. Santa María (frente A Fonavi III),
amarilis – Huánuco - Huánuco.

Fabrica : Cal. Juan j. Crespo Nro. Sn Cas. Huancahuasi, Tomay Kichwa – Ambo
- Huánuco.

1.11. MUESTRA

Si cada uno de los sujetos de estudio de una investigación tuviera exactamente las mismas características, el tamaño requerido de la muestra seria solamente de uno; pero al no presentarse el caso, necesitamos establecer un tamaño de muestra mayor de uno, pero menor que la población total o universo.

Para determinar el tamaño de la muestra, además de definir el nivel de confianza de nuestras observaciones, también debemos decidir el margen de error que admitiremos.



El tamaño de la muestra muchas veces se limita por el costo que involucra, o por el tiempo disponible para la investigación.

Existen varios métodos para estimar el tamaño muestral, muchas veces tiene poca aplicabilidad porque requieren cierto conocimiento previo sobre la varianza del error experimental, de acuerdo a la experiencia de Humberto Gutiérrez, el número de muestras en la mayoría de las situaciones experimentales que involucra un factor varía entre 5 y 10, incluso puede llegar hasta 30.

En la presente investigación se utilizará el diseño completamente al azar y el diseño en bloques de prismas de albañilería; para ello escogemos 10 prismas de albañilería (semi industrial y artesanal) de 2 hiladas, 10 prismas de albañilería (semi industrial y artesanal) de 3 hiladas, 10 prismas de albañilería de 4 (semi industrial y artesanal) hiladas de acuerdo a las recomendaciones de Gutiérrez H.

1.12. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

1.12.1. ESBELTEZ

Para poder determinar los coeficientes de corrección, se debe de conocer la esbeltez, ya que con este valor y la carga máxima que soporta los prismas se determinara la resistencia característica a compresión axial de los prismas (f'_m). Por lo que a continuación se definirá en que consiste la esbeltez.



La esbeltez en columnas (referencia ACI – 318).

La esbeltez de una columna se expresa en términos de su relación de esbeltez $k\ell u/r$, donde k es un factor de longitud efectiva (que depende de las condiciones de vínculo de los extremos de la columna), ℓu es la longitud de la columna entre apoyos y r es el radio de giro de la sección transversal de la columna. En general, una columna es esbelta si las dimensiones de su sección transversal son pequeñas en relación con su longitud.

En general el radio de giro, r , es $\sqrt{I_g / A_g}$. En particular, para los elementos de sección rectangular r se puede tomar igual a 0,30 por la dimensión en la dirección en la cual se está considerando la estabilidad, mientras que para los elementos de sección circular se puede tomar igual a 0,25 por el diámetro de la sección, como se ilustra en la **Figura 2**.

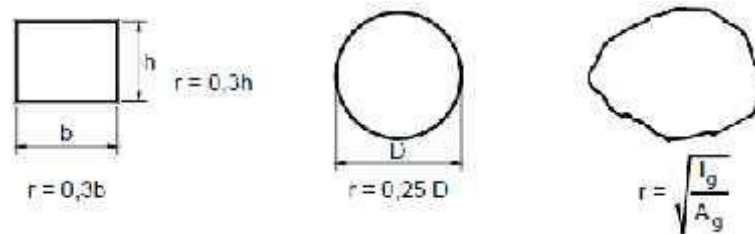


Figura 2. Radio de giro, r.

Esbeltez de prismas de albañilería

Del RNE E 0.70, y de la revisión de los trabajos de investigación que se describen en el siguiente ítem, se interpreta que la esbeltez para los prismas o pilas de albañilería viene hacer la relación altura – espesor, como se muestra en la figura 3.



Dónde:

- Espesor = t (cm)

- Longitud = L (cm)

- Altura = h (cm)

- Esbeltez = h/t

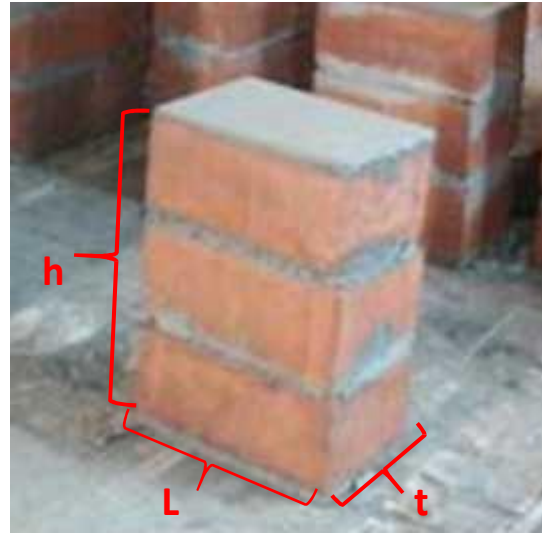


Figura 3. Prisma de esbeltez.

1.12.2. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA – LADRILLOS

El ladrillo es una pieza, en forma de prisma rectangular; la cual sirve para la construcción de diversas edificaciones. Es fabricado generalmente de tierra arcillosa, amasado con agua, moldeado, secado y luego cocido en alta temperatura (800 °C a 1000 °C). Los ladrillos se venden por millares, se almacenan en rumas no mayores de 2.00m de alto. Existen ladrillos de arcilla y sílico calcáreos. La unidad de albañilería puede ser sólida, hueca o tubular. Para ser considerados sólidos el área sin huecos debe ser mayor al 75% del área bruta geométrica. La resistencia mínima en el esfuerzo en compresión de las unidades debe ser al menos 50 kg f'/cm². No usar ladrillos crudos (faltos de cocción) o con rajaduras. Ladrillos blanquecinos no deben ser usados.



1.12.3. MORTERO

Son mezclas plásticas aglomerantes que resultan de combinar arena y agua con material cementante que puede ser arena, cal o la mezcla de los dos materiales. Las propiedades principales de los morteros son:

1. Resistencia a la compresión.
2. Tensión.
3. Adherencia con la unidad de albañilería.
4. Módulo de elasticidad.
5. Trabajabilidad.
6. Rapidez de fraguado.
7. Impermeabilidad

Debemos destacar que la retención de agua es otra de las características del mortero. Por otro lado, las propiedades mecánicas de los morteros son muy variables y dependen principalmente del tipo de cementante utilizado y la relación arena/cemento. Diversas investigaciones han demostrado que la adherencia entre el mortero y las unidades de albañilería es de naturaleza mecánica. Cuando el mortero se pone en contacto con las unidades de albañilería, esta succiona la lechada que penetra por los poros capilares del ladrillo, y al cristalizar generan una trabazón mecánica, que es la base de la adhesión mortero-ladrillo.



El mortero es importante para la resistencia en tensión de la albañilería, ya que se encuentra establecida generalmente por la falla de adherencia entre éste y las unidades de albañilería.

El mortero conformado por arena, aglomerante y agua, deben presentar las siguientes consideraciones:

1. La arena para conformar morteros debe estar limpia, lavada, sin lodos, además no debe contener impurezas orgánicas. Esta será usada en la mezcla con el cemento y el agua. La arena no debe contener tierra orgánica, mica, sales, agentes orgánicos, componentes de hierro, ni tener apariencia oscura. No debe mojarse la arena antes de usarse. Puede probarse si la arena es mala, colocando la arena en un recipiente con agua. Si flota mucho polvo, esto indica que se separará de la mezcla.
2. Los cementos o aglomerantes utilizados deben responder a las características mecánicas exigidas. El cemento portland o cemento artificial, ofrece una resistencia a la compresión muy elevada y posee excelentes cualidades hidráulicas. El cemento es vendido en bolsas de 42.5 kg. Estas deben ser protegidas de la humedad para que no se endurezcan antes de su uso. El lugar de almacenaje para el cemento deberá estar aislado de la humedad del suelo usando mantos de plástico o creando una superficie flotante con cartones y/o tablas de madera.



3. El uso de cal hidratada, tiende a desaparecer debido a la lentitud de su endurecimiento.

4. El agua de amasado de los morteros debe de estar limpia, sin impurezas (agua potable) ni productos nocivos para los aglomerantes. No debe utilizarse agua sucia

1.12.4. PRISMAS DE ALBAÑILERÍA (PILAS)

Los prismas de albañilería están 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, así como para controlar la calidad de la construcción de la albañilería. Sin embargo, la resistencia característica a compresión axial de las pilas ($f'm$) depende de la relación altura-espesor.

1.12.5. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ($f'b$)

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.



1.12.6. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA (f'm)

La resistencia a compresión de prismas de albañilería (f'm), se obtiene dividiendo la carga de rotura entre el área bruta de la unidad de albañilería (hueca o sólida).

1.12.7. COEFICIENTES DE CORRECCION POR ESBELTEZ

Los coeficientes de corrección se determinarán de manera experimental, para el cual es indispensable los resultados del ensayo de la resistencia a compresión de los prismas de albañilería para cada uno de las esbelteces.

Obtenido los coeficientes de corrección se realizará la comparación con los coeficientes de corrección de la NTP 399.605, RNE E.070, ASTM, y las normas extranjeras, para así poder observar si se encuentran dentro del rango.

1.12.7.1. NORMA TÉCNICA PERUANA - NTP 399.605. (2013)

Trata del método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. Esta Norma establece los procedimientos para la fabricación y ensayo de prismas de albañilería y los cálculos para determinar la resistencia en compresión f'm, utilizada para determinar el cumplimiento con la resistencia a la compresión especificada para la albañilería f'm.

Cuando este método de ensayo es usado con propósitos de investigación, los procedimientos de fabricación y ensayo contenidos, servirán como referencia y para



proporcionar parámetros de control. A continuación, se mencionará los procedimientos de fabricación y ensayo de prismas de albañilería:

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

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

c.- Mediciones y Determinación del área neta.

c1. Medición de los prismas. Como se muestra en la figura 4, medir con aproximación de 1 mm, la longitud y el ancho en ambos bordes de las caras superior e inferior de los prismas. Determinar la longitud y el ancho del prisma promediando las cuatro medidas de cada dimensión. Medir la altura del prisma en el centro de cada cara con una aproximación de 1 mm. Luego determinar la altura del prisma promediando las cuatro medidas.

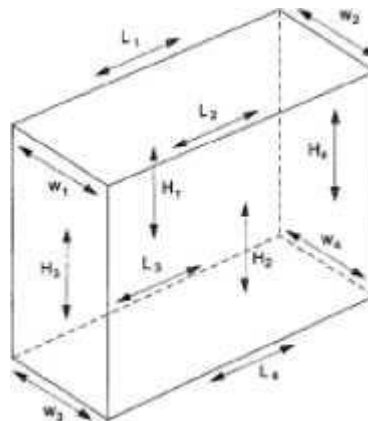


Figura 4. Ubicación de las mediciones en el prisma.

c2. Área neta de la sección transversal en prismas contruidos. – Tomar el área neta de la sección transversal de los prismas totalmente rellenos con concreto, multiplicando la longitud y el ancho del prisma como en la figura 4.

d.- Procedimiento.

d1. Dispositivo de ensayo. La máquina de ensayo tendrá una precisión de más o menos 1% sobre el rango de carga anticipado. La placa superior será un bloque asentado esférico, de metal endurecido firmemente en el centro de la cabeza superior de la máquina. El centro de la esfera se encuentra en el centro de la superficie del lugar en su asiento esférico, pero es libre de girar en cualquier dirección, y su perímetro deberá estar al menos 6,3mm de la cabeza para dar cabida a especímenes cuyas superficies del cojinete no son paralelas. El diámetro de la parte superior del rodillo será de al menos 150mm. No es obligatorio el empleo de una placa de metal endurecido utilizado debajo de la muestra, pero se ha encontrado que reduce al mínimo el desgaste de la placa inferior de la máquina.



d2. Colocación del prisma en la máquina de ensayo. - Limpiar las caras de carga de los platos de la máquina, las placas de apoyo y el prisma de ensayo. Colocar el prisma de ensayo sobre el plato de carga inferior o placa de apoyo. Alinear ambos ejes centroidales del espécimen con el centro de aplicación de carga de la máquina. Mientras el plato superior esférico o placa se acerca para apoyarse sobre el prisma, se rotará la porción móvil de la platina superior suavemente con las manos, para obtener un apoyo uniforme.

d3. La Carga. - Para prismas contruidos, aplicar una carga inicial al prisma de la mitad de la carga total esperada. Aplicar la carga remanente a una tasa uniforme en no menos que 1 ni más de 2 minutos.

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

d4. Observaciones. - Describir el modo de falla tan extensamente como sea posible, o ilustrar o ambos, los patrones de grieta y despostillamiento en un esquema o fotográfica. Tenga en cuenta si el hecho se produjo en un lado o uno de los extremos del prisma antes de la fractura de la parte contraria o al final del prisma. Identificar el modo de falla utilizado. Vea la Fig.5.

e. Cálculos.

e.1. Resistencia del prisma de albañilería. - Calcular la resistencia de cada prisma de albañilería dividiendo la carga de cada prisma de la compresión máxima soportada



entre el área de sección transversal de ese prisma, y expresar el resultado con una precisión de 10 psi (69KPa).

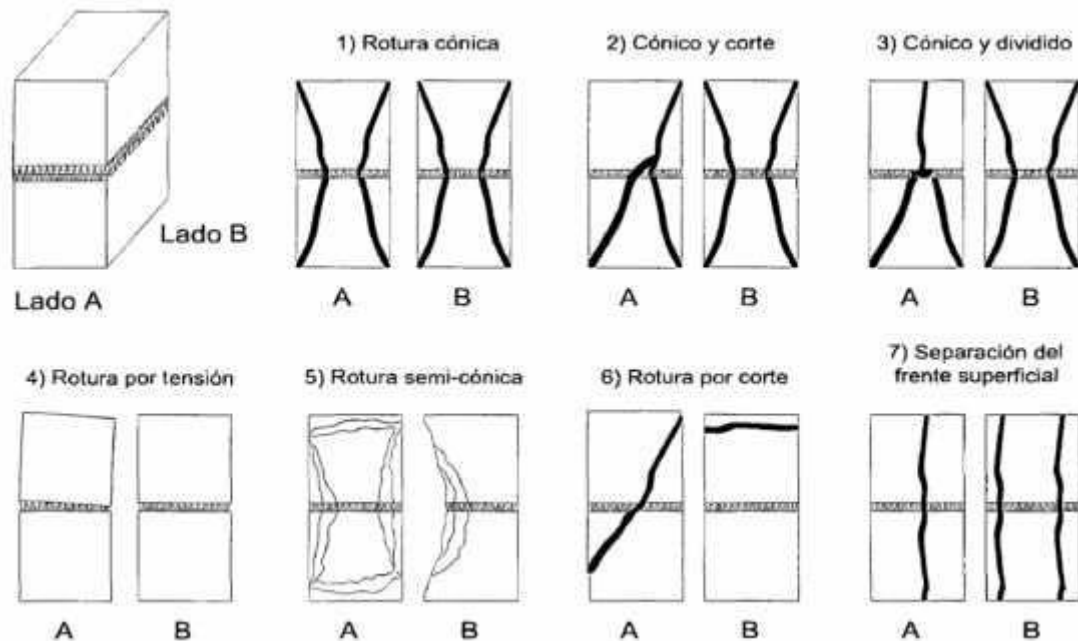


Figura 5. Esquema de modo de fallas

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



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

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

Fuente: NTP 399.605. (2013)

^A hp/tp Relación de la altura del prisma y las medidas menores laterales del prisma. Multiplicar la resistencia del prisma de albañilería por el factor de corrección del prisma correspondiente.

1.12.7.2. DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES- RNE E070.

Para el desarrollo de la investigación se tuvo en cuenta el **Capítulo 3, Componentes de la albañilería**, y el artículo 5.5. Aceptación de la unidad de albañilería o ladrillo:

a) Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, ó 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión en el resultado, se rechazará el lote.

b) La absorción de las unidades de arcilla y sílice calcáreas no será mayor de 22%. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.

e) El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"



- d) La unidad de albañilería o ladrillo no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.
- e) La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.
- f) No tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.
- g) No tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

Asimismo se tuvo en cuenta el **Capítulo 4, Procedimiento de construcción del RNE E070**. Para ello se tuvo en cuenta el artículo 10. Especificaciones Generales siguientes:

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

- Los muros se construirán a plomo y en línea. No se atentará contra la integridad del muro recién asentado.
- En la albañilería con unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales y verticales quedarán completamente llenas de mortero. El espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será 15 mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4 mm, lo que sea mayor. En las juntas que contengan refuerzo horizontal, el espesor mínimo de la junta será 6 mm más el diámetro de la barra.



- Las unidades de albañilería se asentarán con las superficies limpias de polvo y sin agua libre. El asentado se realizará presionando verticalmente las unidades, sin bambalearlas. El tratamiento de las unidades de albañilería previo al asentado será el siguiente:
- Para arcilla: de acuerdo a las condiciones climatológicas donde se encuentra ubicadas la obra, regarlas durante media hora, entre 10 y 15 horas antes de asentarlas. Se recomienda que la succión al instante de asentarlas esté comprendida entre 10 a 20 gr/200 cm²-min.

A si mismo se tuvo en cuenta el **Capítulo 5 Resistencia de Prismas de Albañilería del RNE - E070**, para ello se tuvo en cuenta del artículo 13. Especificaciones Generales lo siguiente:

- Los prismas serán elaborados en obra, utilizando el mismo contenido de humedad de las unidades de albañilería, la misma consistencia del mortero, el mismo espesor de juntas y la misma calidad de la mano de obra que se empleará en la construcción definitiva.
- Los prismas tendrán un refrentado de cemento-yeso con un espesor que permita corregir la irregularidad superficial de la albañilería.
- La resistencia característica f_m en pilas y v_m en muretes se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar.
- En el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 4, correspondientes a pilas y muretes construidos con



mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla), para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos.

Tabla 4. (**) Resistencias. Características de la albañilería MPA (kg/cm²) - RNE

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

Fuente: RNE E.070

(**) El valor f'_b se proporciona sobre área bruta en unidades vacías (sin grout), mientras que las celdas de las pilas y muretes están totalmente rellenas con grout de $f_c = 13,72$ MPa (140 kg/cm²).

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

Tabla 5.- Coeficientes de corrección del RNE E. 070

TABLA 10 FACTORES DE CORRECCIÓN DE f'_m POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: RNE E. 070



CAPITULO II

2. MARCO METODOLOGICO

2.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION

2.1.1. TIPO DE INVESTIGACION

Se desarrollará una investigación experimental; ya que la hipótesis se verificará mediante la manipulación deliberada de las variables independientes.

2.1.2. NIVEL DE INVESTIGACION

La investigación de acuerdo a su comportamiento se encuentra clasificada dentro del nivel de investigación como explicativo, ya que permite explicar el comportamiento de una variable en función de otra(s); se plantea una relación de causa – efecto, y tiene que cumplir distintos criterios de causalidad.

2.2. MATERIALES Y EQUIPOS

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

2.3. DESCRIPCION DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION EXPERIMENTAL

2.3.1. PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la investigación se consideró 2 etapas los cuales son: trabajo de campo, trabajo en gabinete y laboratorio.



2.3.1.1. TRABAJO DE CAMPO

Se realizó una observación directa a las distribuidoras de ladrillos semi industrial y artesanal que se fabrican en la localidad, se ubicó la distribuidora de la ladrillera Chapacuate, el tipo de muestra que se tomo es probabilista debido a que todas las unidades de albañilería semi industrial y artesanal tienen la misma posibilidad de ser elegidos para la construcción de los prismas de albañilería.

Desde este momento la ladrillera a estudiar será Chapacuate.

La muestra se determinó 30 prismas de albañilería de cada tipo (semi industrial y artesanal), la cantidad de ladrillo a usarse viene hacer una muestra probabilística, siendo un total de 126 ladrillos semi industriales y 126 ladrillos artesanales, el cálculo total de ladrillo fue calculado de la siguiente manera por la cantidad de ladrillos que se necesitan para construir los prismas de albañilería como es:

2 hiladas= 10(muestras) x 2(hiladas)= 20 ladrillos.

3 hiladas= 10(muestras) x 3(hiladas)= 30 ladrillos.

4 hiladas= 10(muestras) x 4(hiladas)= 40 ladrillos.

Suman un total 90 ladrillos multiplicando por un factor de pérdidas por rajaduras en el transporte = $90 * 1.15 = 104$ ladrillos y para el cálculo de los ensayos como unidad de ladrillo se seleccionará al azar la cantidad de ladrillos a utilizarse que son 10 unidades (RNE – E. 070) multiplicado por un factor de pérdidas por rajaduras en el transporte



= $10 \times 1.15 = 12$ unidades, en total suman 116 ladrillos de cada tipo (semi industrial y artesanal).

Para los ensayos se manejó de la siguiente forma para obtener su variabilidad dimensional: se utilizó 10 unidades, que se desdobra en 2 sub grupos de 5 unidades; primer grupo se realizó el ensayo al alabeo, succión y absorción, segundo grupo de 5 unidades para el ensayo a compresión axial. Por lo tanto, en total se utilizó $116 + 10 = 126$ ladrillos útiles de la ladrillera.

2.3.1.2. TRABAJO DE GABINETE Y LABORATORIO

En esta etapa para el desarrollo de la tesis se dividió en tres partes, el primero consiste en determinar las características físicas y mecánicas más importantes; segundo determinar el ensayo a compresión del Mortero y el tercero estudio, es la construcción de prismas de albañilería de arcilla semi industrial y artesanal.

2.3.1.2.1. PRIMERO: ESTUDIOS DE LA UNIDAD DE LADRILLO ARTESANAL.

Se realizó los ensayos a las unidades de albañilería para conocer sus características físicas y mecánicas, como: variabilidad dimensional, alabeo, succión, absorción, compresión simple, que se utilizará tablas para el cálculo. Los instrumentos que se utilizaron son regla, equipo mecánico para la compresión y una cámara fotográfica. Se tomaron 10 ladrillos semi industrial y artesanal, para obtener:



a) Variabilidad de dimensiones del ladrillo de arcilla semi industrial y artesanal.

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 del ladrillo, porque esta característica de las unidades de albañilería define la altura de las hiladas.

La variación dimensional se determinó midiendo las aristas como se muestra en la Figura 6 y 7, de las 10 unidades de ladrillo. Para determinar la dimensión de cada arista del espécimen se realizaron 4 medidas en las aristas de la superficie correspondiente y se tomó el valor promedio de estas medidas.

La variación dimensional se determinó con la expresión:

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

Donde:

VD = Variabilidad dimensional del ladrillo (%)

σ = Desviación estándar del ladrillo (mm)

X = Promedio de las 4 medidas por lado (mm)



Figura 6. Medición del ladrillo semi industrial como unidad

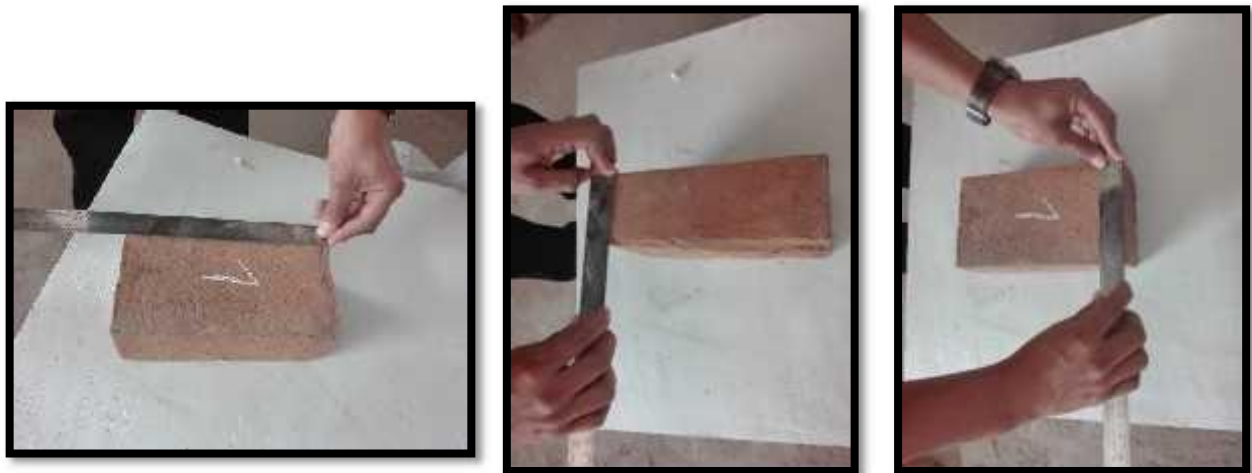


Figura 7. Medición del ladrillo artesanal como unidad

b) Alabeo

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

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



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

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



Figura 8. Medición del alabeo en el ladrillo semi industrial como unidad



Figura 9. Medición del alabeo en el ladrillo artesanal como unidad



e) 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.

La succión se halla mediante la expresión:

$$S = \frac{200x(P - P_0)}{L} \quad (2)$$

Donde:

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

Psuc = Peso después del ensayo (gr).

A = (LxB) = Área de contacto de la unidad con el agua (cm²)

El proceso que se sigue en este ensayo se ilustra en las figuras 10 y 11.



Figura 10. Ladrillo Semi Industrial sumergido por un minuto con un nivel constante.



"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



Figura 11. Ladrillo Artesanal sumergido por un minuto con un nivel constante.

d) Absorción

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

La absorción de cada espécimen se mide como la relación que existe entre el peso del agua absorbida por la unidad de albañilería después de haberla sumergido durante 24 horas en una poza de agua y su peso en estado seco multiplicada por 100, como se ilustra en las figuras 12 y 13.

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 se halla mediante la expresión:

“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”



$$A = \frac{100 \times (P_{s1} - P)}{P_{s1}} \quad (3)$$

Dónde:

A = Absorción (%)

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

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



Figura 12. Ladrillos Semi Industrial sumergidos por 24 horas.



Figura 13. Ladrillo artesanal sumergidos por 24 horas.

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

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

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

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

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

Dónde:

f_b = Resistencia a compresión del espécimen (Kg/cm²).

P = Carga de rotura (Kg).

A = Promedio de las áreas brutas superior e inferior (cm²).

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



σ = Desviación estándar de las cinco muestras de f b.

f_b = Resistencia característica a compresión axial de la unidad (Kg/cm²). Ver figuras 14 y 15.



Figura 14. Ensayo a compresión de unidad de ladrillo Semi Industrial



Figura 15. Ensayo a compresión de unidad de ladrillo Artesanal



2.3.1.2.2. SEGUNDO: ESTUDIO DEL MORTERO.

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

a) Resistencia a compresión de los cubos de mortero (f'_m mortero)

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

El mortero cumple la función de adherir y corregir las imperfecciones de las unidades de albañilería en el proceso constructivo, para que al final se forme un conjunto durable denominado albañilería.

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

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

Pasos seguidos en la fabricación de los cubos de mortero.

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



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



Figura 16. Mortero en proporción 1:0:4 (cemento: cal: arena)

Paso 2. Después de limpiar y engrasar las celdas del molde metálico, se vierte el mortero hasta que llegue a cubrir aproximadamente las $\frac{2}{3}$ de altura de cada una de las 5 celdas. Con la ayuda de un pisón se procede a dar golpes perpendiculares al molde en cada celda, dando 32 golpes, en 2 series de 16.



Figura 17. Mortero en molde para ensayo

"COEFICIENTE DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"



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

Paso 4. Luego de 28 días, las probetas de mortero se miden y son ensayadas (figura 18).



Figura 18. Cubo de mortero sometido a compresión axial

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

$$f = \frac{P}{A} \quad (6)$$

$$f'_m = f_m \cdot p - \sigma \quad (7)$$

Donde:



P = Carga de rotura (kg)

f° mortero = Resistencia a compresión del mortero (Kg/cm²)

f° mortero promedio = Promedio de la resistencia a compresión del mortero de la muestra (Kg/cm²).

σ = Desviación estándar de la muestra (Kg/cm²).

2.3.1.2.3. TERCERO: CONSTRUCCIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL.

Se construyeron prismas de albañilería semi industrial y artesanal para 2, 3 y 4 hiladas, para que posteriormente se realicen sus ensayos como: variabilidad dimensional, Compresión axial, para el cual se harán uso de los siguientes instrumentos: regla, nivel de mano, plancha y equipo mecánico de ensayo a la compresión.

Se construyeron 60 pilas que incluyen, 30 pilas de ladrillo semi industrial, 30 pilas de ladrillo artesanal para juntas de 1cm. Siendo el estudio de la ladrillera chapacnete.

Para la construcción de los prismas de albañilería semi industrial y artesanal se contrató a dos operarios capacitados y con experiencia en trabajos de asentado de ladrillos.

La construcción de los prismas se realizó en 7 días siguiéndose los siguientes pasos:

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



Paso 2.- Las unidades de ladrillos semi industrial y artesanales de arcilla se asentaron una sobre otra con las superficies limpias de polvo. El asentado se realizó presionando verticalmente las unidades con un espaciamiento en juntas de 1 cm. Se controló este grosor con un pequeño bloque de madera de 1cm de espesor.



Figura 19. Asentado verticalmente con nivel de carpintero.



Preparación para el ensayo

Los prismas de albañilería antes de ser ensayados fueron medidos. Se midió la altura, ancho y el largo de los prismas.

Para determinar la altura, ancho y largo se promediaron cuatro medidas provenientes de medir en cada cara lateral del prisma de albañilería. Para eliminar las irregularidades de las superficies en contacto con los cabezales del equipo de ensayo, se ha refrentado en las caras superior e inferior (figura 20), compuesto por una mezcla de yeso y cemento muy rica en cemento. Por motivo que el tiempo de fraguado de la mezcla es muy corto, este enrasado se realizó 5 días antes del ensayo.



Figura 20. Refrentado con cemento- yeso



Ensayo de los prismas de albañilería

Antes de iniciar el ensayo, se realizó una última limpieza de las bases de los prismas de albañilería con el fin de retirar cualquier material que se haya adherido y así no altere los resultados.

Para instalar cada prisma en la máquina de ensayo, se limpiaron los platos de carga superior e inferior para eliminar posibles residuos de otros ensayos, para luego colocar el prisma encima del plato inferior, luego, se alineó los ejes centroidales del espécimen con el centro de la máquina de ensayo (figura 21)



Figura 21. Pila instalada para ensayo a compresión axial

En el proceso de ensayo a compresión con la maquina universal no se advirtió carga en los extremos de los prismas de albañilería, por lo que la carga ejercida por la maquina universal fue uniforme sobre la base de la albañilería.



Calculo de la Resistencia en prismas.

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

$$f = \frac{P}{A} \quad (8)$$

$$f'_m = f_{mp} - \sigma \quad (9)$$

Dónde:

f'_m = Resistencia a compresión del prisma (Kg/cm²).

f_m promedio = Promedio de la resistencia a compresión del prisma (Kg /cm²).

σ = Desviación estándar de la muestra (Kg /cm²).

Cálculo del coeficiente por esbeltez.

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

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

Dónde:

C_{ce} = Coeficiente de corrección por esbeltez

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

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



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

Con los resultados del estudio a compresión axial del mortero (f_{mortero}) se ha procedido a determinar el valor promedio, teniendo en cuenta un tratamiento estadístico previo de los datos obtenidos.

En los resultados de la resistencia a compresión axial en prismas de albañilería semi industrial y artesanal de arcilla (f_m) se determina el cálculo del coeficiente de corrección por esbeltez y su ecuación experimental para fines de proyectar valores de f_m para más esbeltez. Además, estos resultados obtenidos sirvieron para comparar con normas nacionales e internacionales.

2.4. ANÁLISIS DE DATOS.

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



CAPITULO III

3.0 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. RESULTADOS COMO UNIDAD DE ALBAÑILERÍA.

3.1.1. ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL.

El cálculo se realizó con las tablas 22 y 23 incorporados en el Anexo A.

Sigue a continuación los resultados de los promedios de las cuatro aristas de cada medida y promedio de las muestras de estudio, de los ladrillos semi industrial y artesanal expresadas en la tabla 6.

Tabla 6. Resumen de Variación Dimensional como unidad de ladrillo semi industrial y artesanal.

Ladrillo	Variación de la Dimensión						Límites Variación de la Dimensión (máxima en porcentaje)		
	L (mm)	CV. L (%)	A (mm)	CV. A (%)	H (mm)	CV. H (%)	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Mas de 150 mm
							± 4%	± 3%	± 2%
Semi Industrial	230.57	0.18	125.49	0.30	90.19	0.18	ok	ok	ok

Ladrillo	Dimensiones						Límites de Variación de la Dimensión (máxima en porcentaje)		
	L (mm)	CV. L (%)	A (mm)	CV. A (%)	H (mm)	CV. H (%)	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Mas de 150 mm
							± 7%	± 6%	± 4%
Artesanal	205.65	0.78	111.10	0.65	69.10	0.52	ok	ok	ok

Fuente: Elaboración Tesistas

3.1.2. ENSAYO DE ALABEO.

La Tabla 7 es el resumen de la Tabla 24 y 25, del Anexo A, con los resultados de alabeo de la unidad de arcilla semi industrial y artesanal.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"



Tabla 7. Resumen del ensayo de alabeo del ladrillo semi industrial y artesanal

Ladrillo	Alabeo (mm)		Límite de Alabeo (máximo en mm)
	Cóncavo	Convexo	4
Semi Industrial	0.41	0.63	ok

Ladrillo	Alabeo (mm)		Límite de Alabeo (máximo en mm)
	Cóncavo	Convexo	8
Artisanal	1.31	2.24	ok

Fuente: Elaboración Tesistas

3.1.3. ENSAYO DE SUCCIÓN.

La Tabla 8 es el resumen de la Tabla 26 y 27 del Anexo A. Según la Norma E 070 del RNE, recomienda que la succión al instante de asentarse sea menor a 20 gramos por minuto en un área de 200 cm²; debido a esta recomendación es indispensable en el proceso constructivo, que las unidades de arcilla sean regadas durante 30 minutos, entre 10 y 15 horas antes del asentado.

Tabla 8.- Resumen del ensayo de succión del ladrillo semi industrial y artesanal.

Ladrillo	Succión	Clasificación de Norma
	(gr/200 cm ² /min)	10-20 gr/200 cm ² /min
Semi Industrial	26.57	No califica

Ladrillo	Succión	Clasificación de Norma
	(gr/200 cm ² /min)	10-20 gr/200 cm ² /min
Artisanal	68.94	No califica

Fuente: Elaboración Tesistas



Se deduce de la Tabla 8, que los ladrillos semi industriales es la que menos agua absorbe en un minuto siendo $S= 26.57 \text{ gr}/200\text{cm}^2/\text{min}$, y los ladrillos artesanales es la que más absorbe agua siendo $S=68.94 \text{ gr}/200\text{cm}^2/\text{min}$.

3.1.4. ENSAYO DE ABSORCIÓN.

Los datos de la Tabla 9, es el promedio de la Tabla 28 y 29 del Anexo A. Este dato obtenido por cada tipo de ladrillo es comparado con el RNE E 0,70.

Tabla 9.- Resumen del ensayo de absorción del ladrillo en semi industrial y artesanal.

Ladrillo	Absorción	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Clasificación de Norma
	%	%	%	$\leq 22\%$
Semi Industrial	10.89%	1.06%	9.69%	Califica

Ladrillo	Absorción	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Clasificación de Norma
	%	%	%	$\leq 22\%$
Artisanal	19.02%	3.57%	18.75%	Califica

Fuente: Elaboración Tesistas

En la Tabla 9, nos indica el porcentaje de absorción de los ladrillos semi industrial y artesanales. Los ladrillos de cada tipo si califican, según el RNE E 0.70, los ladrillos semi industriales indican una absorción baja de 10.89% siendo menos porosa que el ladrillo artesanal la cual indica una alta absorción de 19.02% siendo más porosa.

3.1.5. ENSAYO A COMPRESIÓN COMO UNIDAD DE LADRILLO.

En este ensayo se utilizó las ecuaciones 4 y 5, en la tabla 10 se determina la resistencia compresión para cada unidad de albañilería con 8 muestras para cada tipo de ladrillo,

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"



luego es resumido en una tabla 11 para clasificarlo con el RNE E 0.70, determinaremos si esos datos son confiables.

Tabla 10.- Resistencia a compresión de la unidad $f'b$

Ladrillo Semi Industrial	Largo (mm)	Ancho (mm)	Carga Max	Área Bruta	$f'b$
Espécimen	L	A	kN	cm ²	kg/cm ²
UL-SI 1	230.20	125.10	444.87	287.98	157.52
UL-SI 2	231.10	125.20	443.50	289.34	156.30
UL-SI 3	230.50	125.40	443.79	289.05	156.56
UL-SI 4	230.30	125.50	446.20	289.03	157.42
UL-SI 5	231.10	125.40	444.98	289.80	156.57
UL-SI 6	230.20	126.00	447.33	290.05	157.26
UL-SI 7	230.20	125.50	446.30	288.90	157.53
UL-SI 8	230.10	126.30	447.55	290.62	157.03
$f'b$ promedio					157.02
Desviación estándar σ					0.49
$f'b$ promedio - σ					156.53

Ladrillo Artesanal	Largo (mm)	Ancho (mm)	Carga Max	Área Bruta	$f'b$
Espécimen	L	A	kN	cm ²	kg/cm ²
UL-A 1	205.50	110.50	197.95	227.08	88.89
UL-A 2	207.50	111.00	190.15	230.33	84.18
UL-A 3	203.50	112.75	197.88	229.45	87.94
UL-A 4	207.50	110.50	196.78	229.29	87.51
UL-A 5	205.50	110.50	199.00	227.08	89.36
UL-A 6	207.25	111.25	195.67	230.57	86.54
UL-A 7	206.50	111.00	194.53	229.22	86.54
UL-A 8	206.00	111.75	192.34	230.21	85.20
$f'b$ promedio					87.02
Desviación estándar σ					1.77
$f'b$ promedio - σ					85.25

Fuente: Elaboración Tesistas

En la Tabla 11, nos muestra el resumen a la resistencia a compresión de la unidad en kg/cm².

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"



Tabla 11.- Resumen del ensayo a compresión como unidad de ladrillo.

Ladrillo	f'b	Clasificación de Norma E 0.70		
		f'b	Max. Coeficiente de variación	Calificación de Resultado
		Kg/cm ²	≥ 145 Kg/cm ²	
Semi Industrial	156.53	Califica	0.31%	Aceptable

Ladrillo	f'b	Clasificación de Norma E 0.70		
		f'b	Max. Coeficiente de variación	Calificación de Resultado
		Kg/cm ²	≥ 55 Kg/cm ²	
Artisanal	85.25	Califica	2.03%	Aceptable

Fuente: Elaboración Tesistas

De la Tabla 11, se muestra que las unidades de albañilería semi industrial y artesanal califican según la Norma E 0.70 - RNE, por lo tanto este resultado es confiable.

3.2. RESULTADOS DEL MORTERO.

En este ensayo se utilizó las ecuaciones 6 y 7, en la Tabla 12, se determinó la resistencia a compresión del mortero con dosificación en volumen 1: 0: 4 (cemento: cal: arena) para clasificarlo con el RNE E 0.70.



Tabla 12.- Resumen del ensayo a compresión de mortero f_{mortero} 28 días.

Espécimen	Largo	Ancho	Área	Pmax.	$f'c$ 28 días
N°	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kN)	(kg/cm ²)
P1	4.90	4.80	23.52	32.47	140.77
P2	4.70	5.00	23.50	48.93	212.31
P3	5.00	5.10	25.50	48.04	192.10
P4	4.80	5.00	24.00	49.82	211.67
P5	4.90	5.10	24.99	51.60	210.55
P6	4.90	5.10	24.99	49.82	203.29
f'c promedio					195.12
σ (desviación estándar)					27.70
Coeficiente de Variación (%)					14.20
f'mortero prom - σ					167.42
f'mortero según RNE E 0.70					140.00
Variación de f'm respecto a RNE (%)					19.58

Fuente: Elaboración Tesistas

Según la Tabla 12, muestra que la resistencia del mortero utilizado en los prismas de albañilería lo cual representa un 19.58% mayor a 140 kg/cm², como la resistencia a compresión mínima según RNE E 0.70.

3.3. RESULTADOS DE LOS PRISMAS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL DE ARCILLA.

3.3.1. VARIACIÓN DIMENSIONAL EN PRISMAS DE ALBAÑILERÍA.

Para la realización de esta característica en prismas de albañilería para este caso se aplicó la ecuación 1. La tabla 13 es el resumen de la aplicación de las Tablas 30-31 que aparecen en el Anexo B.



Tabla 13.- Resumen de la variabilidad dimensional en prismas de albañilería.

Ladrillo	Hilada	Junta	Dimensiones promedio					
		cm	L (mm)	CV. L (%)	A (mm)	CV. A (%)	H (mm)	CV. H (%)
Semi Industrial	2 Hiladas	1.00	231.26	0.06	125.31	0.15	210.10	0.01
	3 Hiladas	1.00	230.36	0.08	125.57	0.34	325.41	0.88
	4 Hiladas	1.00	230.23	0.19	125.04	0.04	430.37	0.39

Ladrillo	Hilada	Junta	Dimensiones promedio					
		cm	L (mm)	CV. L (%)	A (mm)	CV. A (%)	H (mm)	CV. H (%)
Artesanal	2 Hiladas	1.00	203.10	0.01	116.19	0.17	169.09	0.01
	3 Hiladas	1.00	203.09	0.03	116.05	0.06	263.08	0.03
	4 Hiladas	1.00	203.06	0.03	117.09	0.05	343.50	0.14

Fuente: Elaboración Tesistas

En la Tabla 13, se muestra las dimensiones de longitud, ancho y altura (en mm) de las diferentes hiladas que son de 2, 3 y 4 hiladas.

3.3.2. RESULTADOS DEL ENSAYO A COMPRESIÓN AXIAL EN PRISMAS DE ALBAÑILERÍA.

El ensayo en prismas de albañilería se aplicó las ecuaciones 8 y 9, en las Tablas 14-15, es el resumen a compresión axial en prismas cuyos datos está en las Tablas 32 y 33 en el Anexo C.

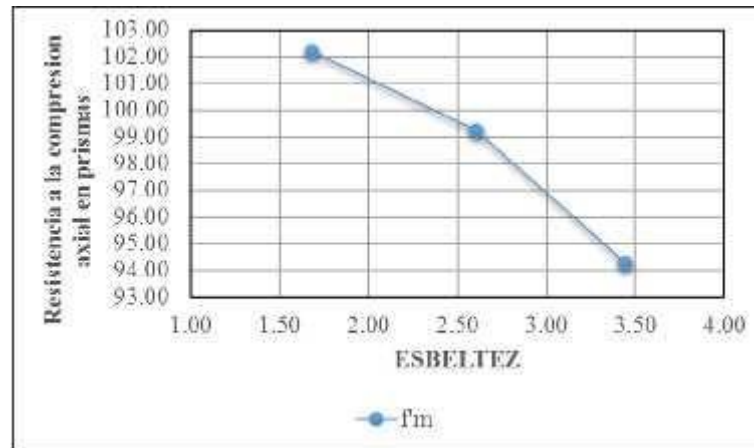
Tabla 14. Resumen a compresión axial en cada prisma semi industrial.

Pilas	Hiladas	Área	Esbeltez	f'm promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	f'm
		cm ²	h/t	(Kg/cm ²)	σ (Kg/cm ²)	CV (%)	(Kg/cm ²)
Semi Industrial	2H	289.70	1.68	112.24	10.01	8.92	102.23
	3H	288.77	2.6	102.88	3.64	3.54	99.24
	4H	287.76	3.44	99.04	4.76	4.81	94.28

Fuente: Elaboración Tesistas



Figura 22. Dispersión de f_m para diferente esbeltez- prisma semi industrial



Fuente: Elaboración Tesistas

En la figura 22 se muestra que a menor esbeltez la resistencia a compresión es mayor, por lo tanto, todos los resultados son consistentes.

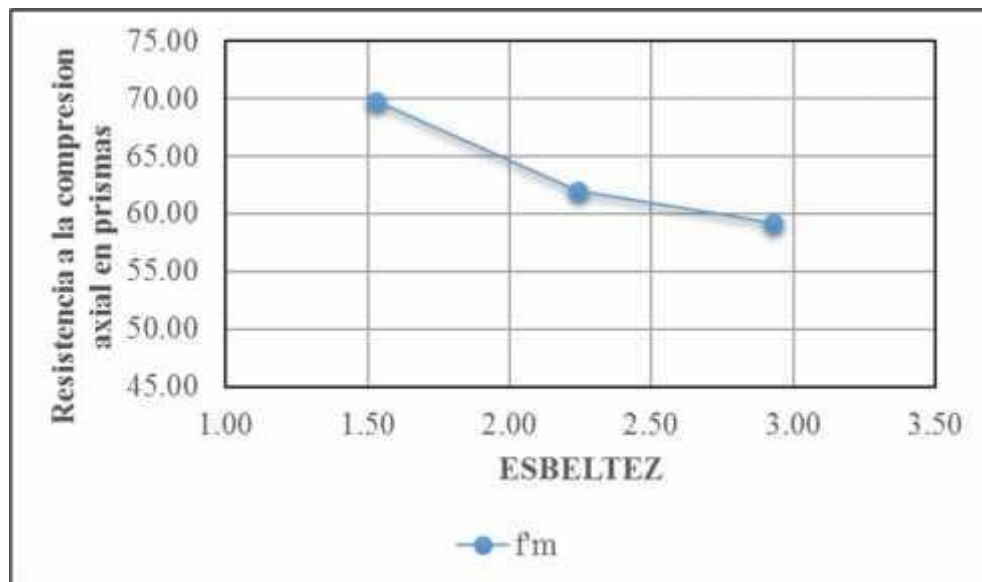
Tabla 15. Resumen a compresión axial en cada prisma artesanal.

Pilas	Hiladas	Área	Esbeltez	f'm promedio	Desviación estándar	Coficiente de variación	f'm
		cm ²	h/t	(Kg/cm ²)	σ (Kg/cm ²)	CV (%)	(Kg/cm ²)
Artesanal	2H	225.70	1.53	101.96	32.18	31.56	69.78
	3H	241.85	2.24	67.59	5.56	8.23	62.03
	4H	236.58	2.93	64.89	5.63	8.68	59.26

Fuente: Elaboración Tesistas



Figura 23. Dispersión de f_m para diferente esbeltez- prisma artesanal.



Fuente: Elaboración Tesistas

En la figura 23 se muestra que a menor esbeltez la resistencia a compresión es mayor, por lo tanto, todos los resultados son consistentes.

3.3.3. RESULTADO DEL CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CORRECCIÓN DE f_m POR ESBELTEZ.

3.3.3.1. COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE f_m POR ESBELTEZ - SEMI INDUSTRIAL

Se realizó el cálculo del coeficiente de corrección de f_m por esbeltez para cada serie con la ecuación 10, en la Tabla 16; y en la Figura 24 se muestra la ecuación del coeficiente de corrección por esbeltez. Para el cálculo del coeficiente de corrección se consideró la experiencia de Bonilla (2006) y el R.N.E. E 070 para $E= 5$ donde $C_{ce} =$



1, las normas ASTM C1314 y la NTP 399,605 consideran para $E = 2$ donde $C_{ce} = 1$, por lo tanto este estudio se considera para un $f_m (E=5)$, $C_{ce} = 1$.

Tabla 16.- Coeficiente de corrección de f_m por esbeltez de prismas semi industrial.

Prismas de Albañilería	Hiladas	Área	Esbeltez	f'_m promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación	f'_m	Coeficiente de Corrección =
		cm ²	h/t	(kg/cm ²)	σ (kg/cm ²)	CV (%)	(kg/cm ²)	C _{ce}
Semi industrial	2H	289.70	1.68	112.24	10.01	8.92	102.23	0.83
	3H	288.77	2.60	102.88	3.64	3.54	99.24	0.86
	4H	287.76	3.44	99.04	4.76	4.81	94.28	0.90
			5			$f'_m(E=5)=$	85.07	1

Fuente: Elaboración Tesistas

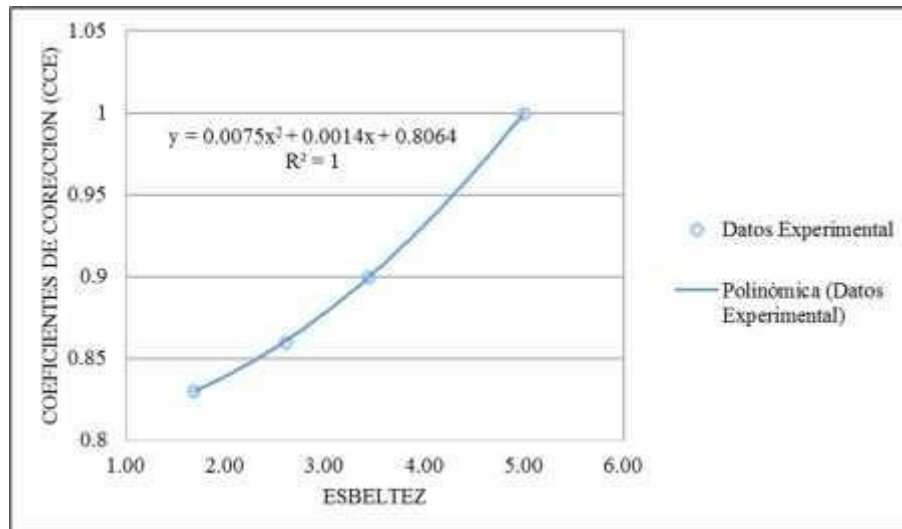
En la Tabla 16, se muestra la resistencia a compresión axial, para una esbeltez igual 5 y $C_{ce} = 1$; el $f'_m (E=5)$ se obtiene interpolando linealmente entre la esbeltez y f'_m :

$$99.24 + \frac{((5 - 2.6) * (94.28 - 99.24))}{(3.44 - 2.60)} = 85.07 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

La ecuación experimental 1 es: $C_{ce} = 0,0075E^2 + 0,0014E + 0,8064$, es una curva de tendencia cuadrática, se aprecia en la figura 24.



Figura 24. Coeficiente de corrección de f_m por esbeltez obtenidos de forma experimental para prismas semi industrial.



Fuente: Elaboración Tesistas

3.3.3.2. COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE f_m POR ESBELTEZ - ARTESANAL

Se realizó el cálculo del coeficiente de corrección de f_m por esbeltez para cada serie con la ecuación 10, en las Tablas 17; y en la Figura 25 se muestra la ecuación del coeficiente de corrección por esbeltez. Para el cálculo del coeficiente de corrección se consideró la experiencia de Bonilla (2006) y la Norma Chilera para $E=3$ donde $C_{ce} = 1$, la norma ASTM C1314 y la NTP 399,605 es para $E=2$ donde $C_{ce} = 1$, por lo tanto este estudio se considera para un f_m ($E=3$), $C_{ce} = 1$.



Tabla 17.- Coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez de prismas artesanal.

Prismas de Albañilería	Hiladas	Área	Esbeltez	$f'm$ promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación	$f' m$	Coeficiente de Corrección =
		cm ²	h/t	(kg/cm ²)	σ (kg/cm ²)	CV (%)	(kg/cm ²)	Cce
Artesanal	2H	225.70	1.53	101.96	32.18	31.56	69.78	0.85
	3H	241.85	2.24	67.59	5.56	8.23	62.03	0.95
	4H	236.58	2.93	64.89	5.63	8.68	59.26	1.00
			3			$f'm(E=3)=$	58.98	1.00

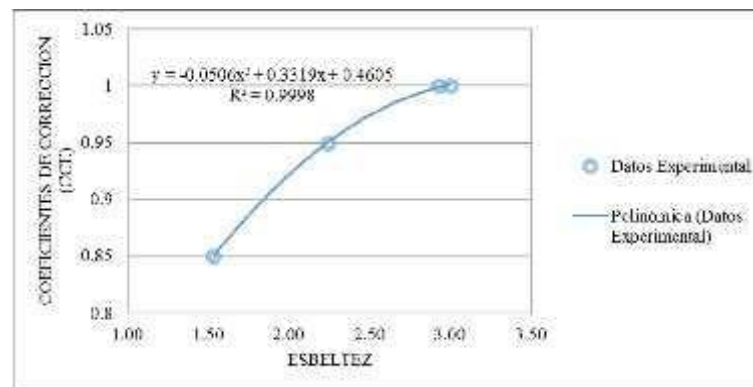
Fuente: Elaboración Tesistas

En la Tabla 17, se muestra la resistencia a compresión axial, para una esbeltez igual 3 y $Cce = 1$; el $f'm (E=3)$ se obtiene interpolando linealmente entre la esbeltez y $f'm$:

$$62.03 + \frac{((3 - 2.24) * (59.26 - 62.03))}{(2.93 - 2.24)} = 58.98 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Ecuación Experimental 2: $Cce = -0,0506E^2 + 0,3319E + 0,4605$, la curva es de tendencia cuadrática como indica en la figura 25.

Figura 25. Coeficiente de corrección de $f'm$ por esbeltez obtenidos de forma experimental para prismas artesanales.



Fuente: Elaboración Tesistas



3.3.4. COMPARACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE f_m POR ESBELTEZ.

En la Tabla 18, muestra la comparación de los coeficientes de corrección por esbeltez (Cce) usando las normas existentes con la Tabla 3, según NTP 399.605 (2013) y Tabla 5 según RNE E 0.70, comparando con las ecuaciones experimentales 1 para normalizarlos la Esbeltez.

Tabla 18.- Comparación de los coeficientes de corrección de f_m por esbeltez – semi industrial.

Método o Norma	Esbeltez							
	1.3	1.5	2	2.5	3	4	4.5	5
Norma E. 070	-	-	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00
NTP 399,605 (2013)	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	-	1.22
NTP 399,605 E=5	0.61	0.70	0.82	0.85	0.88	0.94	-	1.00
Semi industrial	0.82	0.83	0.84	0.86	0.88	0.93	0.96	1.00
Diferencia Porcentual entre las Ecuación Experimental y las Normas de Albañilería existentes								
Método o Norma	1.3	1.5	2	2.5	3	4	4.5	5
Semi industrial								
Norma E. 070	-	-	13.10%	6.98%	-3.41%	-2.15%	-2.08%	0.00%
NTP 399,605 E=5	25.61%	15.66%	2.38%	1.16%	0.00%	-1.08%	-	0.00%

Fuente: Elaboración Tesistas

En la tabla 18, se aprecia que las comparaciones de las unidades de albañilería semi industrial respecto a las normas NTP 399,605 y RNE E 0.70, no se asemejan.



Tabla 19.- Comparación de los coeficientes de corrección de $f'm$ por esbeltez - artesanal.

Método o Norma	Esbeltez							
	1.3	1.5	2	2.5	3	4	4.5	5
Norma E. 070	-	-	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00
Norma E. 070 E=3	-	-	0.80	0.88	1.00	1.04	1.08	1.10
NTP 399,605 (2013)	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	-	1.22
NTP 399,605 E=3	0.70	0.80	0.93	0.97	1.00	1.07	-	1.14
Artesanal	0.81	0.84	0.92	0.97	1.00	0.98	0.93	0.86
Diferencia Porcentual entre las Ecuación Experimental y las Normas de Albañilería existentes								
Método o Norma	1.3	1.5	2	2.5	3	4	4.5	5
Artesanal								
Norma E. 070 E=3	-	-	12.80%	9.37%	0.00%	-6.53%	-	-27.78%
NTP 399,605 E=3	13.46%	4.32%	-1.58%	-0.20%	0.00%	-9.67%	-	-32.58%

Fuente: Elaboración Tesistas

En la tabla 19, se aprecia que las comparaciones de las unidades de albañilería artesanal respecto a las normas NTP 399,605 y RNE E 0.70, no se asemejan.

3.3.5. COMPARACIÓN DE LA NORMA E0.70 CON LOS RESULTADOS.

Se realiza una comparación con la Norma E 0.70 de la Tabla 4 con los resúmenes a la resistencia a compresión axial en las Tablas 20 y 21.

Tabla 20. Resumen de clasificar $f'm$ con la Norma E 0.70 – semi industrial.

Ladrillo	$f'm$	Clasificación de Norma E 0.70
	(Kg/cm ²)	$f'm \geq 65 \text{ kg/cm}^2$
Semi Industrial	85.07	Califica

Fuente: Elaboración Tesistas

Tabla 21. Resumen de clasificar $f'm$ con la Norma E 0.70 – artesanal.

Ladrillo	$f'm$	Clasificación de Norma E 0.70
	(Kg/cm ²)	$f'm \geq 35 \text{ kg/cm}^2$
Artesanal	58.98	Califica

Fuente: Elaboración Tesistas



En las Tablas 20 y 21, se aprecia que los ladrillos de la ladrillera Chapacuate, semi industrial y artesanal, cumplen con la norma E 0.70, cuyos datos resultan ser mayor a 65 kg/cm² en semi industrial, y mayor a 35 kg/cm² en artesanal.

3.3.6. TIPOS DE FALLAS PRESENTADAS EN LOS PRISMAS DE ALBAÑILERÍA.

- Los prismas contruidos para 2 hiladas, presentaron fallas por aplastamiento o trituración y por fisuras verticales. Esto se observa en las figuras 26 - 29.



Figura 26. Falla por aplastamiento – Artesanal.



Figura 27. Falla por fisuras verticales – Artesanal.



Figura 28. Falla por Fisuras verticales
– Semi industrial.



Figura 29. Falla por fisuras verticales
– Semi industrial.

- Por otra parte, los prismas construidos para 3 y 4 hiladas por lo general presentaron grietas verticales atravesando los ladrillos y el mortero. Las grietas verticales son una falla por tracción lateral como se muestra en la figura 30 - 37.



Figura 30. Grieta vertical vista lateral
– Artesanal.



Figura 31. Fisura vertical vista frontal
– Artesanal.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"



Figura 32. Grieta vertical vista lateral – Artesanal.



Figura 33. Fisura vertical vista frontal – Artesanal.



Figura 34. Grieta vertical vista lateral – Semi industrial.



Figura 35. Fisura vertical vista frontal – Semi industrial.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



Figura 36. Grieta vertical vista lateral
– Semi industrial.



Figura 37. Fisura vertical vista frontal
– Semi industrial.

- Otros casos fallaron por trituración (se conoce como falla frágil) del ladrillo como se muestra en las Figuras 38 - 45.



Figura 38. Falla por trituración
vista frontal – Artesanal.



Figura 39. Falla por trituración
frontal – Artesanal.

“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”



Figura 40. Falla por trituración
vista lateral – artesanal.



Figura 41. Falla por trituración
vista frontal – artesanal.



Figura 42. Falla por trituración vista
frontal – Semi industrial.



Figura 43. Falla por trituración vista
lateral – Semi industrial.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"



Figura 44. Falla por trituración vista frontal – Semi industrial.



Figura 45. Falla por trituración vista lateral – Semi industrial.

En las figuras 38, 39, 44 y 45, se muestra una falla por trituración del ladrillo en la parte inferior y superior, producto de la baja resistencia a compresión de esa unidad frente al resto de ladrillos usado en el prisma, en cambio en la figura 40, 41, 42 y 43 se observa más de un ladrillo con falla por trituración o aplastamiento a esto se le conoce como rotura semi-cónica según figura 5.

- Algunos casos presentaron unas combinaciones de las dos fallas más por trituración y fisuras o grietas como se presentó en las figuras 46 - 49.



Figura 46. Falla por trituración y fisura vertical vista frontal - Artesanal.



Figura 47. Falla por trituración y fisura vertical vista lateral - Artesanal.



Figura 48. Falla por trituración y fisura vertical vista frontal - Artesanal.



Figura 49. Falla por trituración y fisura vertical vista lateral - Artesanal.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



En la figura 46 y 48, se muestra unas combinaciones de falla por trituración del ladrillo en la parte inferior (indicando que el ladrillo inferior es menos resistente respecto a los otros componentes del prisma) y a la vez fisura vertical indicando la tracción lateral del prisma. Por otro lado, en la figura 47 y 49, se muestra que la falla es por trituración en la parte central del ladrillo y a la vez fisuras.

3.4. DISCUSIÓN

- En los resultados a la compresión de los ladrillos que se realizó en las muestras de los ladrillos semi industrial y artesanal, se encontró el promedio de la resistencia a la compresión que son: del ladrillo semi industrial es 156.53 kg/cm², del ladrillo artesanal es 85.25 kg/cm² (Tabla 11), en la cual los ladrillos cumplen según la norma E. 070- RNE, que indica una resistencia mínima de 145 kg/cm² en semi industrial y 55 kg/cm² en artesanal (Tabla 4).
- Según la tabla 12, se determinó la resistencia a compresión del mortero utilizado en los prismas de albañilería con una dosificación en volumen 1: 0: 4 (cemento: cal: arena), cuyo promedio es 167.42 kg/cm², lo cual es suficientemente resistente según la norma E. 070 - RNE, que indica una resistencia mínima de 140 kg/cm². Esto se debe que el material arena gruesa zarandeada gruesa es de buena calidad.
- Bonilla en su Tesis publicado en el año 2006 recomienda para construir pilas que tengan una esbeltez igual a 3, usando materiales peruanos, se necesitaría asentar 4 ladrillos (aproximadamente 40 cm de altura). En esta Tesis se aplicó para una esbeltez igual a 3 y $C_{ce} = 1$ en pilas artesanales y para pilas semi



industrial una esbeltez iguala a 5 y $C_{ce} = 1$, lo cual indica en la tabla 23 que el estudio mínimo de la esbeltez es 2 y 3.

- Según la tabla 20, resumen de la resistencia a compresión axial en prismas de albañilería semi industrial es: 85.07 kg/cm² lo cual es suficiente para la norma E 070 - RNE, que indica una resistencia mínima de 65 kg/cm².
- Según la tabla 21, resumen de la resistencia a compresión axial en prismas de albañilería artesanal es: 58.98 kg/cm² lo cual es suficiente para la norma E 070 - RNE, que indica una resistencia mínima de 35 kg/cm².
- En el análisis a compresión que se realizó para las diferentes esbelteces de 2, 3 y 4 hiladas influye la resistencia a compresión axial en prismas de albañilería con ladrillos semi industrial y artesanales con arcilla (f'm) como se indican en las tablas 16 y 17, esto se afirma lo que dice Quiun, San Bartolomé y Mendoza en su tabla 2, existe una relación lógica a menor esbeltez mayor resistencia, así como mayor esbeltez menor resistencia.
- Para pilas de 2 hiladas en ladrillos semi industrial y artesanal, presentaron fisuras verticales producto de la tracción lateral o frontal y también fallaron por trituración o aplastamiento siendo fallas frágiles; para pilas de 3 y 4 hiladas en ladrillos semi industrial y artesanal, presentaron fisuras y grietas verticales que atravesó más de 2 ladrillos y mortero, en algunos caso presentaron trituración solo en un ladrillo, esto se debe a que su resistencia del ladrillo es inferior respecto a los demás, estos tipos de fallas presentadas se asemejan al estudio de Tesis de Bonilla en el año 2006 que por lo general las pilas de 2 hiladas



sufren fallas por trituración siendo una falla indeseable por ser muy frágiles y para mayores a 3 hiladas sufren fallas por tracción vertical siendo una falla ideal como manifiesta Bonilla.

3.5. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

De acuerdo a la hipótesis planteada, se verificó en las tablas 16 y 17 los resultados de los coeficientes de corrección de f_m por esbeltez de los ladrillos semi industrial y artesanal, los cuales al compararlos con las de las normas E. 070 - RNE, NTP 399,605 (2013) y ASTM C1314, se observó que difieren.



CONCLUSIONES

Las conclusiones que se observan en este capítulo se limitan al caso de pilas construidas con ladrillos de arcilla, de fabricación semi industria y artesanal. Estas conclusiones son:

1. Comparando la resistencia de los prismas de albañilería con ladrillos semi industriales y artesanales de arcilla ($f'm$) con la norma E 070, se puede apreciar que cumplen con el requisito mínimo de 65 kg/cm² en semi industrial y 35 kg/cm² en artesanal.
2. Para poder determinar la resistencia a compresión de los prismas de albañilería semi industrial no se verifico el porcentaje de vacíos, ya que se consideró los datos obtenidos de la tesis de Edwin Mendoza huerto (2014) – UNHEVAL, ya que en su tesis realizo los estudios de la ladrillera chapacuate.
3. Se afirma que la resistencia de los prismas de albañilería con ladrillos semi industriales y artesanales de arcilla ($f'm$) influyen por la esbeltez, es decir mayor esbeltez menor $f'm$.
4. Al determinar el factor de corrección de $f'm$ por esbeltez en prismas de albañilería en ladrillos semi industriales y artesanales de arcilla, dan como resultados a ecuaciones cuadráticas; con la cual se obtiene Cce para cada esbeltez.
5. Para pilas de 2 hiladas de ladrillos artesanales, presentaron fisuras verticales producto de la tracción lateral o frontal y también fallaron por trituración o aplastamiento siendo fallas frágiles; para pilas de 3 y 4 hiladas en ladrillos



artesanales, presentaron fisuras y grietas verticales que atravesó más de 2 ladrillos y mortero, en algunos casos presentaron trituración solo en un ladrillo, esto se debe su resistencia del ladrillo es inferior respecto a los demás.

6. Para pilas de 2 hiladas de ladrillos semi industrial, presentaron fisuras verticales producto de la tracción lateral o frontal; para pilas de 3 y 4 hiladas los ladrillos semi industriales, presentaron fisuras y grietas verticales que atravesó más de 2 ladrillos y mortero, en algunos casos presentaron trituración solo en un ladrillo, esto se debe su resistencia del ladrillo es inferior respecto a los demás.
7. En la presente tesis se usó coeficientes de corrección ($C_{ce}=1$) de esbeltez 3 para las unidades de albañilería artesanales, tal como lo recomienda Bonilla (2006) en su tesis.
8. Para poder comparar los coeficientes de corrección de $f'm$ por efectos de esbeltez en las unidades de albañilería semi industrial con las diferentes normas, se extrapolo para normalizarlo a una esbeltez igual a 3 y 5.
9. Los prismas de albañilería semi industrial y artesanal solo presentaron esbelteces de 2 y 3, no llegando a 5 ya que solo se ensayaron prismas de 4 hiladas, debido a la limitación de la maquina universal, ya que solo acepta hasta una altura máxima de 45 cm.
10. Comparando los coeficientes de corrección de $f'm$ por esbeltez (C_{ce}) obtenidos experimentalmente del ladrillo semi industrial con los coeficientes dados por las normas nacionales mencionadas en esta tesis, se determinó que



los coeficientes de corrección de $f'm$ por esbeltez (C_{ce}) son numéricamente diferentes, obteniendo un diferencia porcentual máxima igual a 13.10% y una mínima igual a 0.00% respecto al RNE E. 070 y respecto a la NTP 399,605 (2013) presentan diferencia porcentual máxima igual a 25.61% y una mínima igual a 0.00%.

- 11.** Comparando los coeficientes de corrección de $f'm$ por esbeltez (C_{ce}) obtenidos experimentalmente del ladrillo artesanal con los coeficientes dados por las normas extranjeras y nacionales mencionadas en esta tesis, se determinó que los coeficientes de corrección de $f'm$ por esbeltez (C_{ce}) son numéricamente muy diferentes, obteniendo un diferencia porcentual máxima igual a -27.78% y una mínima igual a 0.00% respecto al RNE E. 070 y respecto a la NTP 399,605 (2013) presentan diferencia porcentual máxima igual a -32.58% y una mínima igual a 0.00%.
- 12.** Las unidades de albañilería semi industrial debido al tener más del 25% de vacíos no se recomienda su uso para muros portantes, ya que presentarían falla frágil, comprometiendo así la edificación.
- 13.** La ecuación cuadrática que se determinó en la presente tesis, para determinar los coeficientes de corrección de diferentes esbelteces, para unidades de albañilería semi industrial y artesanal, se limita su uso solo para la ladrillera de estudio (ladrillera chapacúete)



RECOMENDACIONES

1. Para investigaciones posteriores se recomienda determinar los coeficientes de corrección para ladrillos de concreto que se fabrican en la región.
2. En la ciudad Huánuco, en los últimos años se viene construyendo las viviendas con ladrillos semi industriales, los cuales vienen a formar parte del elemento estructural como muros portantes. Por lo que se recomienda investigar: "Las propiedades físicas y el comportamiento sísmico de la albañilería elaborada con ladrillos de arcilla producidas en la ciudad de Huánuco."



BIBLIOGRAFIA

1. INDECOPI, 2013. NTP 399.605. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. INDECOPI. 2da ed. Lima- Perú. 18 p.
2. INDECOPI, 2010. NTP 399.635. Practica para el refrentado de unidades de concreto para albañilería, unidades afines y prismas de albañilería para ensayos de compresión. INDECOPI. 1ra ed. Lima- Perú. 10 p.
3. INDECOPI, 2005. NTP 399.613. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. INDECOPI. 1ra ed. Lima- Perú. 36 p.
4. 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.
5. Reglamento Nacional de Edificaciones. RNE E070 Capítulo 3 Componentes de albañilería. 6ta ed. Lima- Perú. Editorial Megabyte sac. 507- 512 p.
6. 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.
7. 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.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



Disponible en <http://www.astm.org/Standards/C1314.htm>

8. 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.

9. Hugo L. Felix Santiago; 2000. Unidades de albañilería de arcilla cocida en Huánuco. Tesis Ing. Civil; Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco. Peru; 86 p.

10. Edwin G. Mendoza Huerto; 2014. Evaluación de las Propiedades Estructurales de la Albañilería elaborada con unidades de arcilla fabricadas en la ciudad de Huánuco. Tesis Ing. Civil; Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco. Peru; 168 p.



ANEXOS

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



Anexo 1

Ensayos referentes a la unidad de ladrillo.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



1. Cálculo como unidad de ladrillo artesanal.

1.1. Cálculo de variación dimensional como unidad de ladrillo.

Tabla 22. Variabilidad dimensional del ladrillo semi industrial de arcilla de la ladrillera chapacuate.

Ladrillo Semi Industrial	Longitud (mm)							Ancho (mm)						Altura (mm)							
	Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	Xi - X̄	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	Xi - X̄	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
UL-SI 1	230.30	230.20	230.30	230.20	230.25	0.03	0.10	125.10	125.10	125.00	125.10	125.08	0.04	0.17	90.10	90.20	90.20	90.10	90.15	0.06	0.00
UL-SI 2	231.00	231.10	231.00	231.10	231.05	0.02	0.23	125.20	125.20	125.10	125.20	125.18	0.04	0.10	90.10	90.10	90.00	90.10	90.08	0.06	0.01
UL-SI 3	230.50	230.50	230.50	230.50	230.50	0.00	0.00	125.50	125.40	125.50	125.50	125.48	0.04	0.00	90.00	90.10	90.10	90.10	90.08	0.06	0.01
UL-SI 4	230.40	230.30	230.40	230.40	230.38	0.02	0.04	125.50	125.50	125.40	125.50	125.48	0.04	0.00	90.30	90.20	90.30	90.30	90.28	0.06	0.01
UL-SI 5	231.00	231.10	231.10	231.10	231.08	0.02	0.26	125.30	125.40	125.40	125.40	125.38	0.04	0.01	90.00	90.00	90.10	90.00	90.03	0.06	0.03
UL-SI 6	230.50	230.20	230.50	230.30	230.38	0.07	0.04	126.10	126.00	126.10	126.10	126.08	0.04	0.35	90.10	90.10	90.20	90.10	90.13	0.06	0.00
UL-SI 7	230.20	230.20	230.30	230.20	230.23	0.02	0.12	125.60	125.50	125.50	125.50	125.53	0.04	0.00	90.50	90.50	90.40	90.50	90.48	0.06	0.08
UL-SI 8	230.10	230.10	230.00	230.10	230.08	0.02	0.24	126.20	126.30	126.20	126.10	126.20	0.06	0.50	90.20	90.20	90.10	90.20	90.18	0.06	0.00
UL-SI 9	230.50	230.60	230.40	230.60	230.53	0.04	0.00	125.40	125.50	125.50	125.40	125.45	0.05	0.00	90.50	90.40	90.50	90.40	90.45	0.06	0.07
UL-SI 10	231.20	231.30	231.20	231.30	231.25	0.02	0.46	125.00	125.10	125.10	125.00	125.05	0.05	0.19	90.00	90.10	90.00	90.00	90.03	0.06	0.03
Promedio	L				230.57		1.49	A				125.49		1.33	H				90.19		0.24
Desviación Estándar					0.41							0.38							0.16		
Coefficiente de Variación																					

Donde:

(L,A,H) 1 - 4 = Medida de los cuatro lados de las unidades de albañilería

(L,A,H)o = Promedio de los cuatro lados de la unidad de albañilería por cada espécimen

(L,A,H) = Promedio de los cinco especímenes de las unidades de albañilería.

CV = Coeficiente de Variación

“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
 Samaniel Juanito Falcon Pardave.
 Noe Respaldiza Munguia.



Tabla 23. Variabilidad dimensional del ladrillo artesanal de arcilla de la ladrillera chapacuate.

Ladrillo Artesanal	Longitud (mm)							Ancho (mm)						Altura (mm)							
	Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	Xi - X̄	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	Xi - X̄	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)
UL-A1	206.00	205.00	206.00	205.00	205.50	0.28	0.02	111.00	110.00	111.00	110.00	110.50	0.52	0.36	69.00	70.00	69.00	70.00	69.50	0.83	0.16
UL-A2	208.00	207.00	208.00	207.00	207.50	0.28	3.42	110.00	112.00	110.00	112.00	111.00	1.04	0.01	67.00	70.00	69.00	69.00	68.75	1.83	0.12
UL-A3	204.00	202.00	203.00	205.00	203.50	0.63	4.62	112.00	111.00	114.00	114.00	112.75	1.33	2.72	70.00	71.00	68.00	69.00	69.50	1.86	0.16
UL-A4	208.00	207.00	208.00	207.00	207.50	0.28	3.42	110.00	111.00	110.00	111.00	110.50	0.52	0.36	68.00	71.00	69.00	69.00	69.25	1.82	0.02
UL-A5	205.00	206.00	205.00	206.00	205.50	0.28	0.02	110.00	110.00	111.00	111.00	110.50	0.52	0.36	70.00	69.00	69.00	70.00	69.50	0.83	0.16
UL-A6	208.00	206.00	208.00	207.00	207.25	0.46	2.56	111.00	112.00	111.00	111.00	111.25	0.45	0.02	68.00	70.00	68.00	69.00	68.75	1.39	0.12
UL-A7	207.00	206.00	207.00	206.00	206.50	0.28	0.72	112.00	111.00	110.00	111.00	111.00	0.74	0.01	68.00	69.00	70.00	69.00	69.00	1.18	0.01
UL-A8	207.00	205.00	207.00	205.00	206.00	0.56	0.12	111.00	112.00	112.00	112.00	111.75	0.45	0.42	67.00	70.00	68.00	69.00	68.50	1.88	0.36
UL-A9	204.00	203.00	204.00	203.00	203.50	0.28	4.62	110.00	111.00	110.00	111.00	110.50	0.52	0.36	69.00	68.00	70.00	70.00	69.25	1.38	0.02
UL-A10	205.00	203.00	204.00	203.00	203.75	0.47	3.61	111.00	112.00	110.00	112.00	111.25	0.86	0.02	68.00	69.00	70.00	69.00	69.00	1.18	0.01
Promedio	L				205.65		23.15	A				111.10		4.65	H				69.1		1.15
Desviación Estándar					1.60							0.72							0.36		
Coefficiente de Variación																					

Donde:

- (L.A.H) 1 - 4 = Medida de los cuatro lados de las unidades de albañilería CV = Coeficiente de Variación
 (L.A.H)o = Promedio de los cuatro lados de la unidad de albañilería por cada espécimen
 (L.A.H) = Promedio de los cinco especímenes de las unidades de albañilería.

“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
 Samaniel Juanito Falcon Pardave.
 Noe Respaldiza Munguia.



"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaníel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



1.2. Cálculo del alabeo.



Unidad de ladrillo

Tabla 24.- Alabeo en ladrillos semi industriales de arcilla.

Ladrillo	Especímenes	Cara Superior A		Cara Inferior B	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Semi Industrial	UL-SI 1	1.00	0.50	0.50	0.80
	UL-SI 2	0.00	0.90	0.80	0.70
	UL-SI 3	0.00	0.80	0.00	0.30
	UL-SI 4	0.20	0.90	0.50	0.40
	UL-SI 5	0.30	0.50	0.80	0.50
	Promedio	0.30	0.72	0.52	0.54

Tabla 25.- Alabeo en ladrillos artesanales de arcilla.

Ladrillo	Especímenes	Cara Superior A		Cara Inferior B	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Artesanal	UL-SI 1	1.60	0.00	1.00	2.30
	UL-SI 2	0.00	2.30	1.20	0.70
	UL-SI 3	0.00	2.80	0.00	4.30
	UL-SI 4	2.20	2.00	4.00	5.00
	UL-SI 5	1.30	1.50	1.80	1.50
	Promedio	1.02	1.72	1.60	2.76

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"



1.3. Cálculo de succión.

Tabla 26.- Succión en ladrillos semi industriales de arcilla.

Ladrillo	Especimen	Psec gr	Psuc gr	Dimensión de la unidad		Área cm ²	S (gr/200cm ² /min)
				A mm	L mm		
Semi Industrial	UL-SI 1	2840.00	2873.00	125.08	230.25	288.00	22.92
	UL-SI 2	2662.00	2695.00	125.18	231.05	289.23	22.82
	UL-SI 3	2633.00	2666.00	125.48	230.50	289.23	22.82
	UL-SI 4	2736.00	2796.00	125.48	230.38	289.08	41.51
	UL-SI 5	2640.00	2673.00	125.38	231.08	289.73	22.78
						S promedio	26.57

Tabla 27.- Succión en ladrillos artesanales de arcilla.

Ladrillo	Especimen	Psec gr	Psuc gr	Dimensión de la unidad		Área cm ²	S (gr/200cm ² /min)
				A mm	L mm		
Artesanal	UL-A 1	2927.00	3014.00	110.50	205.50	227.08	76.62
	UL-A 2	2890.00	2975.00	111.00	207.50	230.33	73.81
	UL-A 3	2643.00	2711.00	112.75	203.50	229.45	59.27
	UL-A 4	2706.00	2779.00	110.50	207.50	229.29	63.67
	UL-A 5	2814.00	2895.00	110.50	205.50	227.08	71.34
						S promedio	68.942

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"



1.4. Cálculo de absorción.

Tabla 28.- Absorción en ladrillos semi industriales de arcilla.

Ladrillo	Espécimen	Peso seco 1	Peso seco 2	Promedio de peso	Peso Saturado	A
		(mg)	(mg)		(mg)	%
Semi Industrial	UL-SI 1	2662.00	2954.00	2808.00	3095.00	10.22%
	UL-SI 2	2840.00	3040.00	2940.00	3311.00	12.62%
	UL-SI 3	2633.00	2925.00	2779.00	3056.00	9.97%
	UL-SI 4	2736.00	2998.00	2867.00	3185.00	11.09%
	UL-SI 5	2710.00	2993.00	2851.50	3152.00	10.54%
A Promedio						10.89%
Desviación Estándar						1.06%
Coeficiente de variación						9.69%

Tabla 29.- Absorción en ladrillos artesanales de arcilla.

Ladrillo	Espécimen	Peso seco 1	Peso seco 2	Prom de peso	Peso Saturado	A
		(mg)	(mg)		(mg)	%
Artisanal	UL-A 1	2927.00	3387.00	3157.00	3640.40	15.31%
	UL-A 2	2890.00	3305.00	3097.50	3607.10	16.45%
	UL-A 3	2814.00	2909.00	2861.50	3544.10	23.85%
	UL-A 4	2846.00	3266.00	3056.00	3605.70	17.99%
	UL-A 5	2706.00	3251.00	2978.50	3618.70	21.49%
A Promedio						19.02%
Desviación Estándar						3.57%
Coeficiente de variación						18.75%

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"



Anexo 2

Cálculo de la variabilidad dimensional en prismas de albañilería de arcilla

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



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

Tabla 30. Variabilidad dimensional en prismas de albañilería para 2, 3 y 4 hiladas de ladrillos semi industrial.

Ladrillo Semi Industrial	Longitud (mm)								Ancho (mm)						Altura (mm)									
	Especimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	Xi - X̄	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	Xi - X̄	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)	Xi - X̄		
2HP-SI 1	231.30	231.10	231.20	231.00	231.15	0.06	0.01	125.10	125.10	125.00	125.10	125.08	0.04	0.05	210.10	210.10	210.15	210.10	210.11	0.01	0.00			
2HP-SI 2	231.00	231.10	231.10	231.20	231.10	0.04	0.03	125.20	125.20	125.10	125.00	125.13	0.08	0.03	210.15	210.05	210.10	210.05	210.09	0.02	0.00			
2HP-SI 3	231.50	231.50	231.20	231.40	231.40	0.06	0.02	125.50	125.40	125.50	125.50	125.48	0.04	0.03	210.12	210.12	210.10	210.10	210.11	0.01	0.00			
2HP-SI 4	231.40	231.30	231.40	231.40	231.38	0.02	0.01	125.50	125.50	125.40	125.50	125.48	0.04	0.03	210.15	210.15	210.00	210.10	210.10	0.03	0.00			
2HP-SI 5	231.20	231.30	231.20	231.30	231.25	0.02	0.00	125.30	125.40	125.40	125.40	125.38	0.04	0.00	210.08	210.00	210.10	210.10	210.07	0.02	0.00			
Promedio	L					231.26		0.07	A					125.31		0.15	H					210.10		0.00
Desviación Estándar						0.13			$= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2}{n - 1}}$					0.19			$= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2}{n - 1}}$					0.02		
Coefficiente de Variación																								

“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”



Ladrillo Semi Industrial	Longitud (mm)							Ancho (mm)						Altura (mm)								
	Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	Xi - X̄	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	Xi - X̄	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)	Xi - X̄
3HP-SI 1	230.10	230.08	230.05	230.10	230.08	230.08	0.01	0.08	125.50	125.40	125.40	125.30	125.40	0.07	0.03	325.00	325.10	325.00	325.00	325.03	0.02	0.14
3HP-SI 2	230.50	230.50	230.15	230.20	230.34	230.34	0.08	0.00	125.00	125.20	125.10	125.00	125.08	0.08	0.24	325.00	325.00	325.00	325.05	325.01	0.01	0.16
3HP-SI 3	230.30	230.50	230.40	230.50	230.43	230.43	0.04	0.00	126.00	126.10	126.10	126.00	126.05	0.05	0.23	330.00	330.00	330.00	330.00	330.00	0.00	21.07
3HP-SI 4	230.20	230.30	230.40	230.40	230.33	230.33	0.04	0.00	125.30	125.30	125.40	125.30	125.33	0.04	0.06	322.00	322.05	322.05	322.00	322.03	0.01	11.42
3HP-SI 5	230.60	230.80	230.50	230.60	230.63	230.63	0.05	0.07	126.10	126.00	126.00	125.90	126.00	0.06	0.18	325.00	325.00	325.00	325.00	325.00	0.00	0.17
Promedio	L						230.36	0.15	A					125.57	0.74	H					325.41	32.97
Desviación Estándar	$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$						0.19	$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$					0.43	$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$					2.87			
Coefficiente de Variación							0.08						0.34						0.88			

Ladrillo Semi Industrial	Longitud (mm)							Ancho (mm)						Altura (mm)								
	Espécimen	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	Xi - X̄	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	Xi - X̄	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)	Xi - X̄
4HP-SI 1	230.00	230.00	230.00	230.00	230.00	230.00	0.00	0.05	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	0.00	0.00	430.00	430.00	430.00	430.00	430.00	0.00	0.14
4HP-SI 2	231.00	231.10	231.00	231.00	231.03	231.03	0.02	0.64	125.20	125.20	125.00	125.00	125.10	0.09	0.00	428.80	428.50	428.50	428.50	428.58	0.03	3.20
4HP-SI 3	230.00	230.00	230.15	230.15	230.08	230.08	0.04	0.02	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	0.00	0.00	433.00	433.20	433.20	433.20	433.15	0.02	7.73
4HP-SI 4	230.10	230.10	230.00	230.00	230.05	230.05	0.03	0.03	125.00	125.10	125.10	125.10	125.08	0.04	0.00	430.00	430.00	430.00	430.00	430.00	0.00	0.14
4HP-SI 5	230.00	230.00	230.00	230.00	230.00	230.00	0.00	0.05	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	0.00	0.00	430.10	430.10	430.10	430.10	430.10	0.00	0.07
Promedio	L						230.23	0.79	A					125.04	0.01	H					430.37	11.28
Desviación Estándar	$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$						0.44	$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$					0.05	$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$					1.68			
Coefficiente de Variación							0.19						0.04						0.39			

Tabla 31. Variabilidad dimensional en prismas de albañilería para 2, 3 y 4 hiladas de ladrillos artesanal.

“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
 Samaniel Juanito Falcon Pardave.
 Noe Respaldiza Munguia.



Ladrillo Artesanal Especimen	Longitud (mm)							Ancho (mm)							Altura (mm)						
	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	Xi - X̄	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	Xi - X̄	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)	Xi - X̄
2HP-A1	203.05	203.10	203.10	203.00	203.06	0.02	0.002	116.10	116.00	117.05	117.05	116.55	0.05	0.1296	169.05	169.05	169.10	169.10	169.08	0.02	1E-04
2HP-A2	203.10	203.12	203.12	203.20	203.14	0.02	0.002	116.15	116.12	116.00	116.10	116.09	0.06	0.0100	169.10	169.10	169.15	169.05	169.10	0.02	1E-04
2HP-A3	203.00	203.16	203.15	203.10	203.10	0.04	0.000	116.05	116.10	116.05	116.10	116.08	0.02	0.0121	169.05	169.05	169.06	169.08	169.06	0.01	0.0009
2HP-A4	203.10	203.12	203.12	203.15	203.12	0.01	0.000	116.15	116.15	116.10	116.10	116.13	0.02	0.0036	169.11	169.15	169.12	169.08	169.12	0.02	0.0009
2HP-A5	203.11	203.13	203.00	203.10	203.09	0.03	0.000	116.10	116.05	116.05	116.10	116.08	0.02	0.0121	169.10	169.10	169.12	169.10	169.11	0.01	0.0004
Promedio	L				203.10		0.0037	A				116.19		0.1674	H				169.09		0.0024
Desviación Estándar	$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$				0.03			$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$				0.20			$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$				0.02		
Coefficiente de Variación					0.01							0.17							0.01		

Ladrillo Artesanal Especimen	Longitud (mm)							Ancho (mm)							Altura (mm)						
	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	Xi - X̄	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	Xi - X̄	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)	Xi - X̄
3HP-A1	203.00	203.00	203.05	203.10	203.04	0.02	0.0025	116.00	116.00	116.00	116.00	116.00	0.00	0.0025	263.00	263.10	263.10	263.10	263.08	0.02	0.000
3HP-A2	203.20	203.20	203.15	203.20	203.19	0.01	0.01	116.20	116.17	116.14	116.12	116.16	0.03	0.0121	263.10	263.15	263.10	263.10	263.11	0.01	0.001
3HP-A3	203.00	203.10	203.10	203.10	203.08	0.02	1E-04	116.00	116.00	116.00	116.00	116.00	0.00	0.0025	263.20	263.20	263.20	263.20	263.20	0.00	0.014
3HP-A4	203.15	203.15	203.00	203.00	203.08	0.04	1E-04	116.00	116.00	116.00	116.00	116.00	0.00	0.0025	263.00	263.00	263.00	263.00	263.00	0.00	0.006
3HP-A5	203.00	203.10	203.00	203.10	203.05	0.03	0.0016	116.10	116.00	116.10	116.10	116.08	0.04	0.0009	263.00	263.00	263.00	263.00	263.00	0.00	0.006
Promedio	L				203.09		0.0143	A				116.05		0.0205	H				263.08		0.0281
Desviación Estándar	$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$				0.06			$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$				0.07			$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$				0.08		
Coefficiente de Variación					0.03							0.06							0.03		

“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
 Samaniel Juanito Falcon Pardave.
 Noe Respaldiza Munguia.



Ladrillo Artesanal Especimen	Longitud (mm)							Ancho (mm)						Altura (mm)							
	L1	L2	L3	L4	Lo	V (%)	$X_i - \bar{X}$	A1	A2	A3	A4	Ao	V (%)	$X_i - \bar{X}$	H1	H2	H3	H4	Ho	V (%)	$X_i - \bar{X}$
4HP-A1	203.00	203.00	203.00	203.00	203.00	0.00	0.004	117.10	117.10	117.10	117.10	117.10	0.00	1E-04	344.00	344.00	344.00	344.00	344.00	0.00	0.25
4HP-A2	203.10	203.10	203.05	203.05	203.08	0.01	0.000	117.00	117.00	117.00	117.00	117.00	0.00	0.0081	343.00	343.00	343.00	343.00	343.00	0.00	0.25
4HP-A3	203.05	203.00	203.00	203.00	203.01	0.01	0.003	117.00	117.10	117.20	117.10	117.10	0.07	1E-04	343.20	343.30	343.30	343.20	343.25	0.02	0.0625
4HP-A4	203.20	203.20	203.15	203.15	203.18	0.01	0.014	117.15	117.00	117.20	117.05	117.10	0.08	1E-04	344.00	344.20	344.10	343.80	344.03	0.05	0.2809
4HP-A5	203.10	203.10	203.00	203.00	203.05	0.03	0.000	117.10	117.20	117.20	117.15	117.15	0.04	0.0049	343.10	343.40	343.40	343.00	343.23	0.06	0.0729
Promedio	L				203.06		0.021	A				117.09		0.0133	H				343.5		0.9163
Desviación Estándar					$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$		0.07					$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$		0.06					$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$		0.48
Coefficiente de Variación							0.03							0.05							0.14

“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
 Samaniel Juanito Falcon Pardave.
 Noe Respaldiza Munguia.



Anexo 3

Cálculo de la Resistencia a compresión axial en prismas

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



Cálculo de la Resistencia a compresión axial por cada hilada

Tabla 32.- Resistencia a compresión axial para 2, 3 y 4 hiladas, de ladrillos semi industrial.

Hiladas	Dimensiones de las pilas (mm)			AREA	Esbeltez	Carga máxima soportada por los prismas (Kg)	f'm
	Altura (h)	Longitud (l)	Ancho (t)				
2 Hiladas	210.11	231.15	125.08	289.12	1.68	31,140.00	107.71
	210.09	231.10	125.13	289.18	1.68	34,630.00	119.75
	210.11	231.40	125.48	290.36	1.67	26,010.00	89.58
	210.10	231.38	125.48	290.34	1.67	31,230.00	107.56
	210.07	231.25	125.38	289.94	1.68	32,120.00	110.78
	210.08	231.10	125.14	289.20	1.68	31,122.00	107.61
	210.10	231.12	125.23	289.43	1.68	35,410.00	122.34
	210.10	231.20	125.36	289.83	1.68	35,560.00	122.69
	210.05	231.15	125.20	289.40	1.68	33,420.00	115.48
	210.11	231.35	125.42	290.16	1.68	34,500.00	118.90
Promedio	210.09	231.22	125.29	289.7	1.68		112.24
desviación estándar (σ)							10.01
f'm promedio - σ							102.23

Hiladas	Dimensiones de las pilas (mm)			AREA	Esbeltez	Carga máxima soportada por los prismas (Kg)	f'm
	Altura (h)	Longitud (l)	Ancho (t)				
3 Hiladas	325.03	230.08	125.40	288.52	2.59	28,050.00	97.22
	325.01	230.34	125.08	288.11	2.60	29,620.00	102.81
	330.00	230.43	126.05	290.46	2.62	29,370.00	101.12
	322.03	230.33	125.33	288.67	2.57	28,650.00	99.25
	325.00	230.63	126.00	290.59	2.58	29,150.00	100.31
	325.02	230.31	125.12	288.16	2.60	30,700.00	106.54
	326.01	230.40	125.05	288.12	2.61	30,212.00	104.86
	325.05	230.35	125.10	288.17	2.60	29,340.00	101.81
	325.00	230.25	125.23	288.34	2.60	30,520.00	105.85
	325.04	230.30	125.30	288.57	2.59	31,450.00	108.99
Promedio	325.32	230.34	125.37	288.77	2.6		102.88
desviación estándar (σ)							3.64
f'm promedio - σ							99.24

“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”



Hiladas	Dimensiones de las pilas (mm)			AREA	Esbeltez	Carga máxima soportada por los prismas (Kg)	f'm
	Altura (h)	Longitud (l)	Ancho (t)				
Semi Industrial							
4 Hiladas	430.00	230.00	125.00	287.5	3.44	28,900.00	100.52
	428.58	231.03	125.10	289.02	3.43	27,000.00	93.42
	433.15	230.08	125.00	287.6	3.47	29,500.00	102.57
	430.00	230.05	125.08	287.75	3.44	31,600.00	109.82
	430.10	230.00	125.00	287.5	3.44	27,100.00	94.26
	430.00	230.02	125.00	287.53	3.44	28,650.00	99.64
	430.05	230.05	125.10	287.79	3.44	28,236.00	98.11
	430.00	230.04	125.03	287.62	3.44	27,450.00	95.44
	430.15	230.07	125.05	287.7	3.44	27,920.00	97.05
	431.02	230.03	125.00	287.54	3.45	28,640.00	99.60
Promedio	430.31	230.14	125.04	287.76	3.44		99.04
desviación estándar (σ)							4.76
f'm promedio - σ							94.28

Tabla 33.- Resistencia a compresión axial para 2, 3 y 4 hiladas, de ladrillos artesanales.

Hiladas	Dimensiones de las pilas (mm)			AREA	Esbeltez	Carga máxima soportada por los prismas (Kg)	f'm
	Altura (h)	Longitud (l)	Ancho (t)				
Artisanal							
2 Hiladas	169.08	203.06	116.55	236.67	1.45	30,522.50	128.97
	169.10	203.14	116.09	235.83	1.46	21,972.50	93.17
	169.06	203.10	116.08	235.76	1.46	13,070.00	55.44
	169.12	203.12	116.13	235.88	1.46	16,100.00	68.26
	169.11	203.09	116.08	235.75	1.46	33,777.40	143.28
	169.04	203.05	106.04	215.31	1.59	15,785.60	73.32
	169.10	203.11	106.00	215.3	1.60	22,900.00	106.36
	169.07	203.03	106.10	215.41	1.59	25,850.00	120.00
	169.00	203.06	106.08	215.41	1.59	31,640.00	146.88
	169.11	203.17	106.14	215.64	1.59	18,100.00	83.94
Promedio	169.08	203.09	111.13	225.7	1.53		101.96
desviación estándar (σ)							32.18
f'm promedio - σ							69.78

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"



Hiladas	Dimensiones de las pilas (mm)			AREA	Esbeltez	Carga máxima soportada por los prismas (Kg)	f'm
	Altura (h)	Longitud (l)	Ancho (t)				
3 Hiladas	263.08	203.04	116.00	235.53	2.27	18,219.50	77.36
	263.11	203.19	116.16	236.03	2.27	15,561.30	65.93
	263.20	203.08	116.00	235.57	2.27	14,420.00	61.21
	263.00	203.08	116.00	235.57	2.27	14,170.00	60.15
	263.00	203.05	116.08	235.7	2.27	16,939.70	71.87
	263.00	208.00	119.10	247.73	2.21	15,945.10	64.36
	263.08	208.10	119.34	248.35	2.20	18,081.60	72.81
	263.14	208.11	119.00	247.65	2.21	17,210.00	69.49
	263.03	208.13	119.00	247.67	2.21	17,241.00	69.61
263.05	208.09	119.51	248.69	2.20	15,692.00	63.10	
Promedio	263.07	205.59	117.62	241.85	2.24		67.59
desviación estándar (σ)							5.56
f'm promedio - σ							62.03

Hiladas	Dimensiones de las pilas (mm)			AREA	Esbeltez	Carga máxima soportada por los prismas (Kg)	f'm
	Altura (h)	Longitud (l)	Ancho (t)				
4 Hiladas	344.00	203.00	117.10	237.71	2.94	14,560.00	61.25
	343.00	203.08	117.00	237.6	2.93	14,331.20	60.32
	343.25	203.01	117.10	237.72	2.93	13,222.70	55.62
	344.03	203.18	117.10	237.92	2.94	15,862.30	66.67
	343.23	203.05	117.16	237.89	2.93	18,124.30	76.19
	343.00	201.00	117.00	235.17	2.93	14,320.50	60.89
	343.00	201.20	117.02	235.44	2.93	15,861.20	67.37
	343.28	201.10	117.06	235.41	2.93	15,709.40	66.73
	343.30	201.00	117.21	235.59	2.93	15,874.10	67.38
343.00	201.00	117.09	235.35	2.93	15,654.20	66.51	
Promedio	343.31	202.06	117.08	236.58	2.93		64.89
desviación estándar (σ)							5.63
f'm promedio - σ							59.26

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"



Anexo 4

Panel fotográfico del trabajo de campo y laboratorio

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



Unidades de albañilería



Figura 50. Adquisición de ladrillos artesanales y semi industriales de la ladrillera chapacuate.



Figura 51. Transporte de las unidades de albañilería.



Ensayo de Variación dimensional Ladrillos Semi industrial



Figura 52. Medida de los lados del ladrillo semi industrial.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



Ladrillos artesanales



Figura 53. Medida de los lados del ladrillo artesanal.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



Ensayo de Alabeo



Figura 54. Midiendo el alabeo en ladrillos semi industrial.



Figura 55. Midiendo el alabeo en ladrillos artesanal.



Ensayo de succión Ladrillos Semi industrial



Figura 56. Peso seco de la unidad de ladrillo.



Figura 57. Unidad de ladrillo sumergido por un minuto.



Figura 58. Peso sumergido, para ensayo a succión.

Ladrillos Artesanales



Figura 59. Peso seco de la unidad de ladrillo.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



Figura 60. Peso sumergido, para ensayo a succión.

Ensayo de absorción. Ladrillos Semi industrial



Figura 61. Peso seco de la unidad de ladrillo.



Figura 62. Unidad de ladrillo sumergido por 24 horas.



Figura 63. Peso sumergido, para ensayo de absorción.



Ladrillos Artesanales



Figura 64. Peso seco de la unidad de ladrillo.



Figura 65. Peso sumergido, para ensayo de absorción.



Mortero



Figura 66. Preparación de la Mezcla



Figura 67. Molde para hacer los cubos de motero.



Figura 68. Cubos de concreto remojado por 28 días.



Figura 69. Cubo de mortero para ensayo a la resistencia a compresión

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



Construcción de prismas de albañilería Ladrillos Semi industrial



Figura 70. Construcción de los prismas de albañilerías.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



Figura 71. Refrentado de los prismas de albañilerías.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



Ladrillos Artesanales



Figura 72. Construcción de los prismas de albañilerías.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



Ensayo de resistencia a compresión de prismas de albañilería Ladrillos Semi industrial



Figura 73. Ensayo a compresión axial para 2 hiladas en prismas de
Albañilería.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



Figura 74. Ensayo a compresión axial para 3 y 4 hiladas en prismas de
Albañilería.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



Ladrillos artesanales



Figura 75. Ensayo a compresión axial para 2 hiladas en prismas de Albañilería.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



Figura 76. Ensayo a compresión axial para 2 hiladas en prismas de
Albañilería.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



Figura 77. Tesistas y jefe de laboratorio en el laboratorio de estructuras.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



Anexo 5

Resultados de los ensayos a compresión de los prismas de albañilería.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.

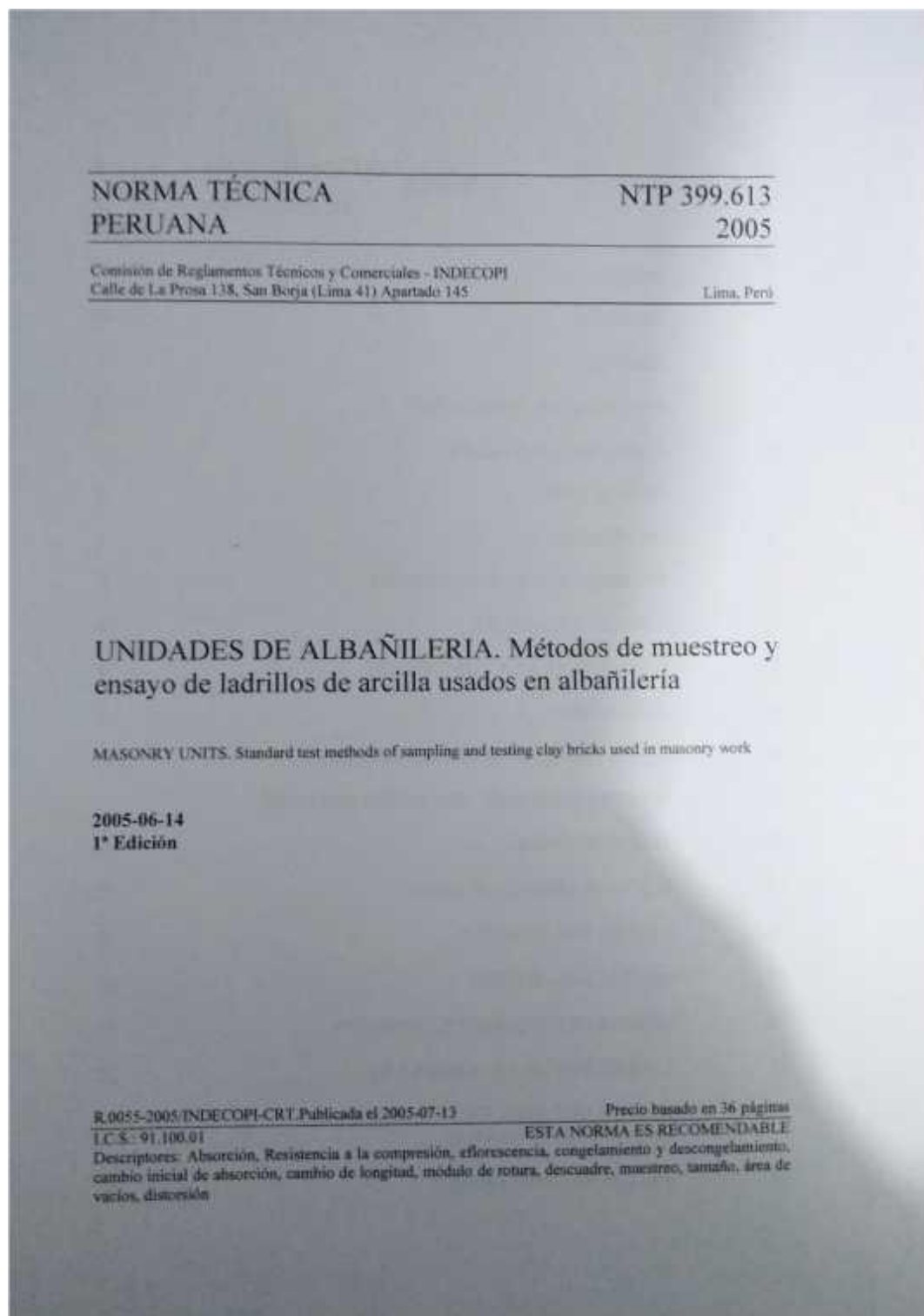


Anexo 6

Norma técnica peruana 399.613 - 2005

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



		página
	ÍNDICE	i
	PREFACIO	iii
1.	OBJETO	1
2.	REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3.	CAMPO DE APLICACIÓN	2
4.	DEFINICIONES	2
5.	MUESTREO	2
6.	PREPARACIÓN DE ESPECÍMENES	3
7.	MÓDULO DE ROTURA	4
8.	RESISTENCIA A LA COMPRESION	5
9.	ABSORCIÓN	9
10.	CONGELAMIENTO Y DESCONGELAMIENTO	12
11.	PERÍODO INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN)	15
12.	EFLORESCENCIA	19
13.	PESO POR UNIDAD DE ÁREA	21
14.	MEDIDA DEL TAMAÑO	21
15.	MEDIDA DEL ALABEO	22
16.	MEDIDA DEL CAMBIO DE LONGITUD	24
17.	CAMBIO INICIAL DE ABSORCIÓN	25
18.	MEDIDA DEL ÁREA DE VACÍOS EN UNIDADES PERFORADAS	29
19.	MEDIDA DE DESCUADRES	32

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



20.	MÓDULO DE ROTURA	33
21.	ANTECEDENTES	35
	ANEXO A	36



PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Unidades de Albañilería, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de junio del 2002 a noviembre del 2004, utilizando como antecedente a la norma ASTM C 67:2003 a Standard test methods of sampling and testing clay bricks used in masonry work

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Unidades de Albañilería presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales -CRT-, con fecha 2004-12-06, el PNT 399.613-2004 para su revisión y aprobación siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2005-04-11. No habiéndose presentado ninguna observación, fue oficializado como Norma Técnica Peruana NTP 399.613:2005 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería, 1ª Edición. El 13 de julio del 2005

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 331.018 y NTP 331.019 y fue tomada en su totalidad de la ASTM C 67:2003 La Presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	SERVICIO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN - SENCICO
Presidente	Carlos Pérez Bardález
Secretaría	Gabriela Esparza Requejo

iii

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



ENTIDAD	REPRESENTANTE
ASOCEM	MANUEL GONZALES DE LA COTERA
CIP	ANA BIONDI
CÍA. MINERA LUREN S.A. LA CASA	GERARDO JAUREGUI
CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.	ROSAURA VÁSQUEZ
MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO	CARLOS CARBAJAL
PUCP	FRANCISCO GINOCCHIO GLADYS VILLAGARCÍA
UNI	RAFAEL CACHAY
SENCICO	CARMEN KUROIWA

—0000000—

iv

“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
1 de 36

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería

1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos para el muestreo y ensayo de los ladrillos de arcilla cocida, utilizados en albañilería.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

Normas Técnicas Peruanas

2.1	NTP 331.017:2003	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos
2.2	NTP 821.003:1998	Sistema internacional de unidades y recomendaciones para el uso de sus múltiplos y de algunas otras unidades

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
2 de 36

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica para el control de calidad de los ladrillos de arcilla cocida usados como unidades de albañilería.

4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las definiciones dadas en la NTP 331.017.

5. MUESTREO

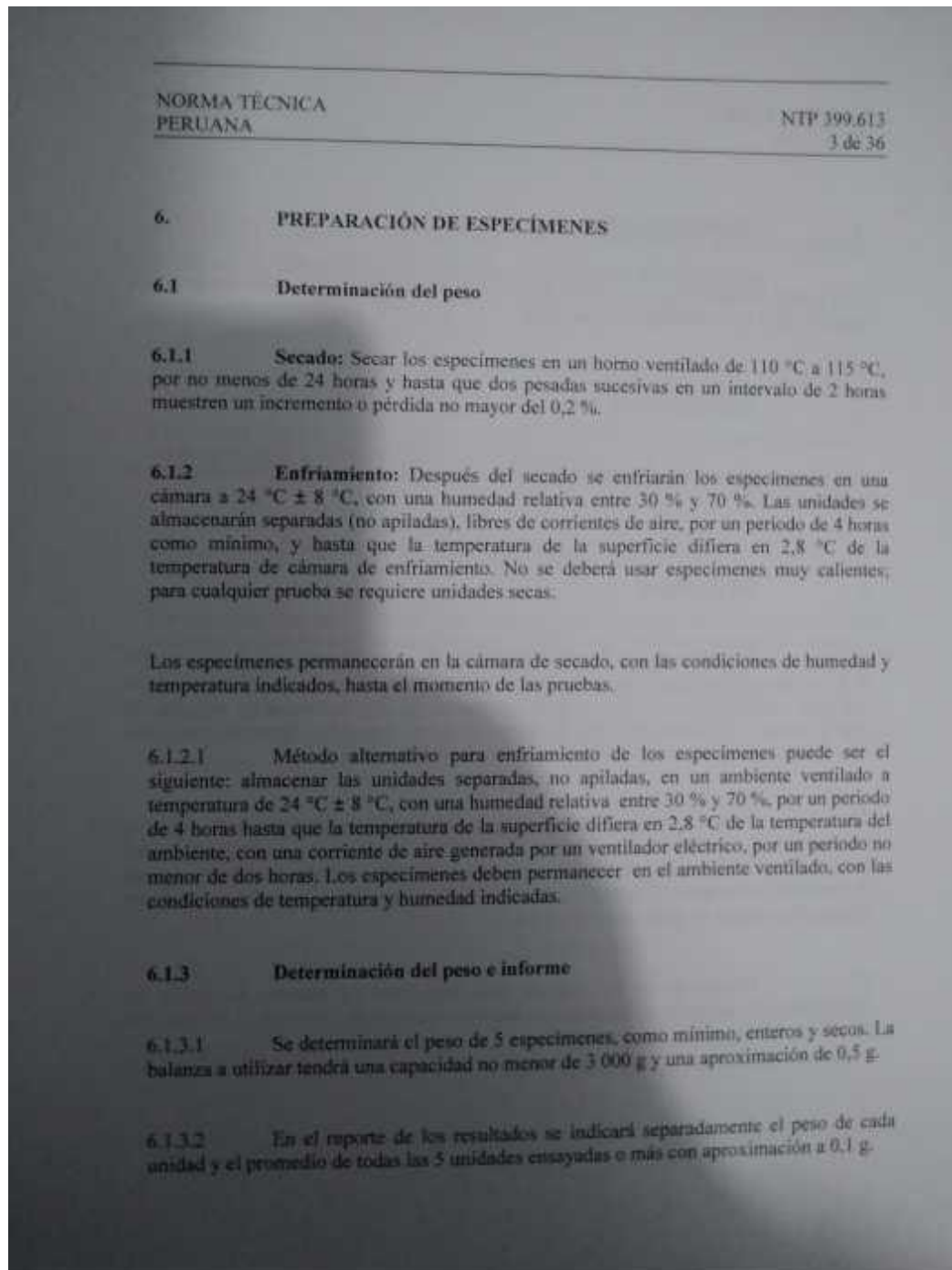
5.1 Selección de los especímenes de prueba: Para el propósito de la ejecución de los ensayos, el comprador o su representante autorizado, seleccionará unidades enteras que sean representativas del lote al cual pertenecen. Se deberá considerar especímenes representativos del rango completo de colores, texturas, y tamaños, libres de impurezas, limo u otros materiales no asociados con el proceso de fabricación.

5.2 Número de especímenes: Para la determinación del módulo de rotura, la resistencia a la compresión, resistencia a la abrasión y la absorción, se ensayarán como mínimo 10 unidades representativas de un lote de 1 000 000 o menos; para lotes mayores se tomarán 5 especímenes adicionales, por cada 500 000 unidades. Se podrá tomar mayor número de unidades a criterio del comprador.

5.3 Identificación: Se marcará cada espécimen de manera que pueda ser identificado en cualquier momento. Las marcas no cubrirán más del 5 % del área superficial de la(s) cara(s) del espécimen.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.





NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
4 de 36

6.2 Eliminación de la silicona de las unidades de ladrillo: Cualquiera de los polímeros orgánicos de silicona compuesta que se colocan sobre la superficie de los ladrillos, pueden ser eliminados por este proceso: caliente el ladrillo a $510\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un ambiente ventilado, por un período no menor de 3 horas. La diferencia de temperatura de calentamiento y enfriamiento no excederá los $150\text{ }^{\circ}\text{C}$.

NOTA 1: Donde se indique las especificaciones individuales de las pruebas, adicionalmente se indicará el detalle de la preparación de los especímenes.

7. MÓDULO DE ROTURA (ENSAYO DE FLEXIÓN)

7.1 Especímenes de prueba: Se ensayarán 5 unidades enteras completamente secas (véase 6.1.1).

7.2 Procedimiento

7.2.1 Apoye el espécimen de prueba en su mayor dimensión, salvo que se indique de otra manera (de manera tal que la carga se aplique en la dirección del espesor de la unidad), sobre un tramo no menor a la longitud de la unidad menos 2,5 mm y cargado en el centro del tramo.

Si el espécimen tiene imperfecciones (desniveles o depresiones), colóquelo de tal manera que éstas estén de lado de la compresión. Aplique la carga en la superficie superior del espécimen a través de una plancha de acero de 6 mm de espesor y 40 mm de ancho, y de una longitud por lo menos igual al ancho del espécimen.

7.2.2 Los apoyos del espécimen de ensayo deberán estar libres para rotar en las direcciones longitudinal y transversal y se deberán ajustar de manera tal que no ejerzan fuerza alguna en esas direcciones.

7.2.3 Velocidad de prueba: La velocidad de aplicación de la carga no deberá exceder de 8896 N/m, pero este requerimiento se considera satisfecho si la velocidad del cabezal móvil de la máquina de ensayo, no es mayor que 1,27 mm / min, inmediatamente antes de aplicar la carga.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
5 de 36

7.3 Cálculo e informe

7.3.1 El módulo de rotura de cada espécimen se calcula con la expresión que se indica a continuación, con aproximación a 0,01 MPa:

$$S = 3W(l/2 - x) / bd^2$$

Donde:

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla, (Pa)
- W = Máxima carga aplicada con la máquina de prueba, (N)
- l = Distancia entre apoyos (mm)
- b = Ancho neto (cara a cara menos los huecos) del espécimen en el plano de falla, (mm)
- d = Espesor del espécimen en el plano de falla, (mm)
- x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hacia el plano de falla, medido en la dirección del paño a lo largo de la línea central de la superficie sometida a tensión, (mm).

7.3.2 El módulo de rotura del lote se determinará como el promedio de los módulos de rotura de los especímenes ensayados, con aproximación a 0,01 MPa.

8. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

8.1 Especimen de prueba

8.1.1 Se ensayarán medias unidades socas (véase 6.1.1), de ancho y altura equivalentes a las de la unidad original, y longitud igual a media unidad \pm 25 mm. Si la capacidad de resistencia del espécimen excede la capacidad de la máquina, se podrá ensayar piezas menores, con altura y espesor de la unidad original y longitud no menor de $\frac{1}{3}$ de la longitud total de la unidad, y con un área de sección horizontal bruta no menor de 90 cm².



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
6 de 36

El espécimen de prueba se obtendrá por cualquier método de corte que produzca un espécimen con extremos aproximadamente planos y paralelos, sin astillas ni rajaduras. Se deberá ensayar como mínimo cinco especímenes.

Eventualmente se podrá utilizar para el ensayo de compresión, unidades enteras, en cuyo caso deberá efectuarse la corrección en el valor promedio de resistencia, mediante un coeficiente que responde a la correlación obtenida en investigaciones de laboratorio. Estos coeficientes se detallan en el anexo A.

8.2 Refrentado del espécimen

8.2.1 Todos los especímenes deberán estar preparados según lo indicado en los apartados 6.1.1 y 6.1.2, antes de proceder al refrentado de los mismos.

8.2.2 Si las superficies de contacto del espécimen son ahuecadas o apaneladas, llenar las depresiones con un mortero compuesto por una parte, en peso, de mortero de cemento Portland y dos partes, en peso, de arena, incorpore un aditivo o cloruro de calcio en porcentaje no mayor de 2 %. Dejar reposar los especímenes por lo menos 48 horas antes de aplicar el refrentado. Cuando las cavidades excedan 13 mm, usar un fragmento de ladrillo o una sección de teja o placa metálica como relleno en el núcleo.

Para refrentar los especímenes se aplicarán los procedimientos indicados en los apartados 8.2.3 y 8.2.4.

8.2.3 **Refrentado con yeso:** Cubrir las caras opuestas de contacto del espécimen con goma laca. Una vez completamente secos, cubrir una de las superficies con una capa delgada de yeso calcinado (yeso hemihidrato), que ha sido distribuida sobre una placa no absorbente y aceitada, tal como vidrio o metal procesado. La placa para la superficie de refrentado debe ser plana con margen de 0,08 mm en 400 mm, y suficientemente rígida y apoyada de tal manera que no tenga deformación detectable durante el proceso.

Cúbrase ligeramente con una capa de aceite u otro material apropiado. Repítase esta operación con la otra superficie de contacto de los especímenes. Cuidar de tener las superficies de contacto, así conformadas, aproximadamente paralelas entre sí y perpendiculares al eje vertical del espécimen y que los espesores de refrentado sean

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
7 de 36

aproximadamente los mismos sin exceder de 3 mm. Se dejará reposar el refrentado por lo menos 24 horas antes de ensayar los especímenes.

NOTA: El yeso calcinado tendrá una resistencia a la compresión a las dos horas de 10 MPa, determinada en tubos de 50 mm.

8.2.4 Refrentado con azufre: Usar una mezcla que contenga 40 % a 60 % de azufre y el resto arcilla refractaria de suelo u otro material inerte apropiado, que pase el tamiz normalizado N°100 (150 μ m) con o sin plastificante. Los requerimientos para las placas de la superficie del refrentado serán las descritas en 8.2.3. Colocar cuatro barras de acero cuadradas de 25 mm sobre la placa de superficie para formar un molde rectangular 13 mm más grande en cada dimensión interior del espécimen. Calentar la mezcla de azufre en un recipiente termostáticamente controlado, hasta una temperatura suficiente para mantener la mezcla fluida por un período de tiempo razonable después del contacto con la superficie del espécimen a ser cubierto. Cuidar de prevenir sobrecalentamiento justo antes de usarse. Llenar el molde hasta la profundidad de 6 mm con el material de azufre derretido.

8.2.4.1 Colocar la superficie de la unidad a ser cubierta, rápidamente en el líquido, y sostener el espécimen de manera tal que el eje vertical esté en ángulo recto con la superficie de cobertura. El espesor de las cubiertas serán aproximadamente las mismas. La unidad debe permanecer sin perturbar hasta que se complete la solidificación; permítase que la cubierta se enfríe por un mínimo de 2 horas antes de ensayar los especímenes.

8.3 Procedimiento

8.3.1 Ensayar los especímenes de ladrillo sobre su mayor dimensión (esto es la carga será aplicada en la dirección de la profundidad del ladrillo). Centrar los especímenes debajo del apoyo esférico superior con un margen de 2 mm.

8.3.2 La máquina de ensayo debe satisfacer los requerimientos habituales de práctica que se especifican en la norma ASTM E 4.

8.3.3 El apoyo superior será un bloque metálico endurecido, asentado esféricamente y firmemente fijo en el centro del cabezal superior de la máquina (rótula). El centro de la rótula se alinearán con el centro de la superficie del bloque en contacto con el espécimen. La rótula tendrá libertad de girar en cualquier dirección y su perímetro tendrá.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
8 de 36

por lo menos 6 mm libres del cabezal para permitir su uso con especímenes cuyas superficies de contacto no sean exactamente paralelos a la placa. El diámetro de la superficie de contacto será al menos de 130 mm. Usar un bloque de contacto de metal endurecido debajo del espécimen para minimizar el desgaste de la placa inferior de la máquina. Las superficies del bloque de apoyo destinadas a contactar los especímenes tendrán una dureza no menor de 60 HRC (HB620). Estas superficies serán planas con una tolerancia de 0,03 mm. Cuando el área de contacto de los bloques apoyados esféricamente no sea suficiente para cubrir el área del espécimen, colocar una plancha de acero con superficie aplanada con tolerancia de 0,03 mm y con espesor igual a 1/3 de la distancia del extremo del apoyo esférico a la esquina más distante entre el bloque apoyado esféricamente y el espécimen con cobertura. Estas planchas serán de la misma calidad 60 HCR, y tendrán una longitud y ancho que por lo menos exceda 15 mm que la longitud y ancho del espécimen y serán de una dureza similar a los planos de apoyo.

8.3.4 Velocidad de ensayo

Aplicar la carga, hasta la mitad de la máxima carga esperada, con cualquier velocidad adecuada, después de lo cual ajustar los controles de la máquina de manera tal que la carga remanente sea aplicada con una velocidad uniforme en no menos de un minuto ni más de dos minutos.

8.4 Cálculo e informe

8.4.1 Calcúlese la resistencia a la compresión de cada espécimen con la ecuación que se indica a continuación, debiendo darse los resultados con aproximación a 0,01 MPa:

$$C = W/A$$

Donde:

- C = Resistencia a la compresión del espécimen, MPa
- W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo
- A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen ó mm²



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
9 de 36

9. ABSORCIÓN

9.1 Determinación del peso

9.1.1 La balanza a utilizar tendrá una capacidad no menor a 2 000 g y una aproximación de 0,5 g.

9.2 **Especímenes de prueba:** El espécimen de prueba consistirá en medias unidades, según los requerimientos indicados en 8.1.1. Se ensayarán 5 especímenes.

9.3 Prueba de sumersión de 5 y 24 horas

9.3.1 Procedimiento

9.3.1.1 Secar y ventilar los especímenes de prueba en concordancia con lo indicado en los apartados 6.1.1 y 6.1.2 y pesar cada uno de ellos.

9.3.1.2 **Saturación:** Sumergir parcialmente el espécimen en agua limpia (potable, destilada o agua de lluvia) a temperatura entre 15,5 °C a 30 °C por el tiempo especificado. Retirar el espécimen, limpiar el agua superficial con un paño y pesar el espécimen. Pesar todos los especímenes dentro de los cinco minutos siguientes luego de ser retirados del agua.

9.3.2 Cálculo e informe

9.3.2.1 Calcular la absorción de cada espécimen con la siguiente expresión:

$$\text{Absorción \%} = 100 (W_s - W_d) / W_d$$

Donde:

W_d = Peso seco del espécimen;
 W_s = Peso del espécimen saturado, después de la sumersión en agua fría;



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
10 de 36

9.3.2.2 Calcular el promedio de la absorción de todos los especímenes ensayados, con aproximación a 0,1 %.

9.4 Ensayo en caliente de 1, 2 y 5 horas

9.4.1 **Especimen de prueba:** los especímenes serán los mismos que los utilizados en la prueba de 5 horas y 24 horas de sumersión en agua fría, y se utilizarán en el estado de saturación que tengan luego de esa prueba.

9.4.2 Procedimiento

9.4.2.1 Utilizar el espécimen que ha sido sometido a la prueba de sumersión en agua fría y proceder al ensayo de sumersión en agua caliente, según lo indicado en 9.4.2.2.

9.4.2.2 Sumergir el espécimen en agua limpia (potable, agua destilada o agua de lluvia), a temperatura entre 15 °C a 30 °C, de tal manera que el agua circule libremente en todo el espécimen.

Calentar hasta el punto de ebullición en una hora, hervir por el tiempo especificado y luego dejar enfriar a una temperatura entre 16 °C a 30 °C. Secar el espécimen, limpiar el agua superficial con un paño y pesar el espécimen. Pesar todos los especímenes antes de 5 minutos después de retirarlos del agua.

9.4.2.3 Si el tanque está equipado con un vertedero y el agua pasa continuamente a través del depósito, a una temperatura de 16 °C a 30 °C, de tal manera que una circulación completa del agua no toma más de 2 minutos, pesar los especímenes después de una hora.

9.4.3 Cálculo e informe

9.4.3.1 Calcular la absorción de cada espécimen con la expresión que se indica a continuación, debiendo darse el resultado con aproximación a 0,1 %:

$$\text{Absorción \%} = 100 (W_s - W_d) / W_d$$



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
11 de 36

Donde:

- W_d = Peso seco del espécimen.
 W_h = Peso del espécimen saturado, después de la sumersión en agua caliente.

9.4.3.2 El resultado de la prueba de absorción de cada espécimen en agua caliente se dará con una aproximación de 0,1 %.

9.4.3.3 Calcular el promedio de la absorción en agua caliente de todos los especímenes ensayados e informar con una aproximación de 0,1 %.

9.5 Coeficiente de saturación

9.5.1 Calcular el coeficiente de saturación de cada espécimen con la expresión que se indica a continuación, debiendo darse los resultados con aproximación a 0,01:

$$\text{Coeficiente de Saturación} = \frac{W_s^2 - W_d}{W_h^2 - W_d}$$

Donde:

- W_d = peso seco del espécimen,
 W_s^2 = peso del espécimen saturado, después de 24 horas de sumersión en agua fría, y
 W_h^2 = peso del espécimen saturado después de 5 horas de sumersión en agua caliente.

9.5.2 El informe del coeficiente de saturación de cada espécimen se dará con una aproximación de 0,01 %.

9.5.3 Calcular el promedio del coeficiente de saturación de todos los especímenes ensayados, e informar con una aproximación de 0,01 %.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
12 de 36

10. CONGELAMIENTO Y DESCONGELAMIENTO

Este ensayo será aplicable en las regiones del país donde la albañilería esté sometida a ciclos de congelamiento y descongelamiento.

10.1 Equipo

10.1.1 Compresora y cámara congeladora de tal diseño y capacidad que la temperatura del aire en la cámara de congelamiento no excederá de -9°C , una hora después de haber introducido la muestra de ladrillos, inicialmente a una temperatura no mayor de 32°C .

10.1.2 Bandejas y recipientes de metal, poco profundos, con una profundidad de $38\text{ mm} \pm 13\text{ mm}$ y una adecuada resistencia, de tal modo que conteniendo los especímenes, puedan ser transportadas por un operador.

10.1.3 Balanza: con una capacidad no menor a $2\ 000\text{ g}$ y una aproximación de $0,5\text{ g}$.

10.1.4 Horno de secado: provisto de libre circulación de aire, capaz de mantener una temperatura entre 110°C y 115°C .

10.1.5 **Tanque de descongelamiento:** de dimensiones tales que permitan la inmersión completa de los especímenes en su bandeja. Contará con un dispositivo para mantener el agua en el tanque a una temperatura de $24^{\circ}\text{C} \pm 5,5^{\circ}\text{C}$.

10.1.6 Cámara de secado: con una temperatura de $24^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$, con una humedad relativa entre 30% y 70% y libre de corrientes de aire.

10.2 **Especímenes de prueba:** los especímenes de prueba serán medios ladrillos con caras en lo posible planas y paralelas. Si es necesario las caras de los especímenes pueden ser pulidas con una sierra de albañilería; los especímenes estarán libres de astillas. Podrá usarse para este ensayo medio ladrillo remanente del ensayo de flexión o de absorción, sin embargo deberán estar en buen estado sin presentar astillados. Se removerán



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
13 de 36

las partículas libres adheridas en la superficie, como arena u otro material. Se ensayarán 5 especímenes.

10.3 Procedimiento

10.3.1 Secar y enfriar los especímenes como se describe en los apartados 6.1.1 y 6.1.2. Pesar y registrar el peso seco de cada uno.

10.3.2 Examinar cuidadosamente cada espécimen para determinar si hay presencia de rajaduras. Una rajadura se define como una fisura o separación visible por una persona con visión normal a una distancia de 30 cm bajo una iluminación de 50 fc. Marcar cada rajadura con tinta indeleble en toda su longitud.

10.3.3 Sumergir los especímenes de ensayo en el agua del tanque de descongelamiento por $4 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$.

10.3.4 Retirar los especímenes del tanque de descongelamiento y colocarlos en la bandeja de congelamiento con una de sus caras de menor área hacia abajo. Un espacio de por lo menos 25 mm deberá separar los especímenes en la bandeja. Poner suficiente agua en la bandeja de manera tal que cada espécimen tenga por lo menos 13 mm de altura de agua, luego colocar las bandejas con los especímenes en la cámara de congelamiento por $20 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$.

10.3.5 Remover las bandejas del congelador después del tiempo indicado en el apartado anterior y sumergirlo totalmente incluyendo los especímenes, en el tanque de descongelamiento por $4 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$.

10.3.6 Realizar lo indicado en el apartado 10.3.4 un ciclo cada día, durante una semana de trabajo (05 ciclos consecutivos, 01 ciclo por día). Remover los especímenes de las bandejas y almacenarlos en el cuarto de secado durante $44 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$. Los especímenes no se apilarán, debiéndose prever entre ellos un espaciamiento de 25 mm. Seguido de este periodo de secado al aire inspeccionar los especímenes, sumergirlos en el tanque de descongelamiento por $4 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$ y luego someterlos nuevamente al ensayo por 05 ciclos, de acuerdo al procedimiento indicado en 10.3.4 y 10.3.5.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
14 de 36

Si el laboratorio cuenta con personal disponible los 07 días de la semana, el almacenamiento durante $44 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$ en la cámara de secado seguido por las $44 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$ de deshelado después del último ciclo de congelamiento, puede ser omitido. Los especímenes pueden ser sometidos a 50 ciclos de helado y deshelado en 50 días consecutivos. Cuando la semana normal de trabajo de 5 días es interrumpida, poner los especímenes dentro del ciclo de secado pudiendo extenderse el tiempo de secado fuera de lo establecido en esta sección.

10.3.7 Continuar alternadamente el secado e inmersión en agua por $4 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$, luego de los 5 ciclos de congelamiento y deshielo, o el número de ciclos necesarios para completar una semana normal de trabajo, hasta completar 50 ciclos de helado y deshelado. Detener la ejecución del ensayo si el espécimen se ha quebrado o ha perdido más del 3 % de su peso original, según inspección visual.

10.3.8 Después de completar los 50 ciclos o cuando el espécimen ha sido retirado del ensayo a causa de su deterioro, secar y pesar el espécimen como se indica en el apartado 10.3.1.

10.4 Cálculo, análisis, apreciación e informe

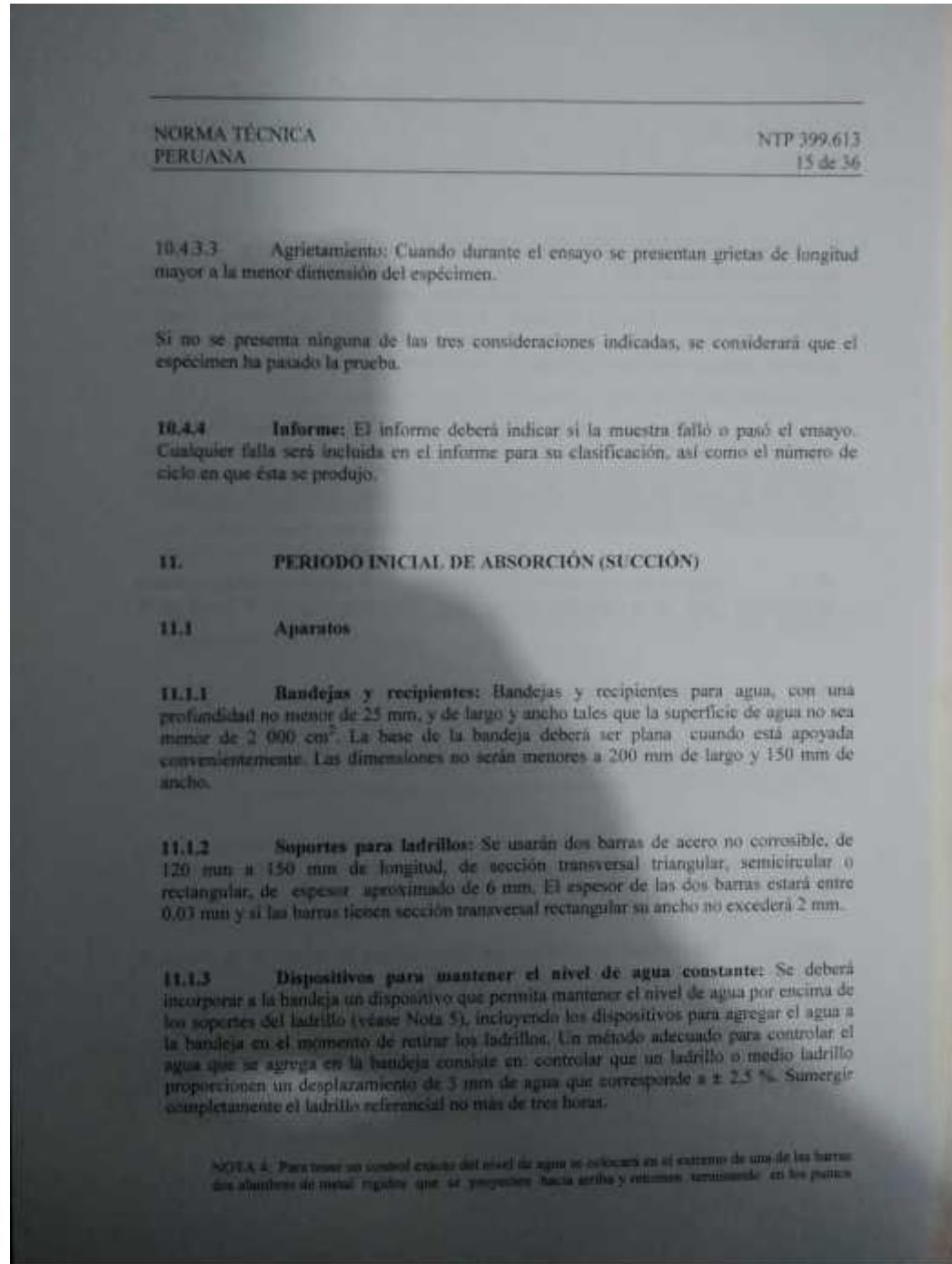
10.4.1 **Cálculo:** Calcular la pérdida de peso como un porcentaje del peso seco original del espécimen.

10.4.2 **Análisis:** Examinar el espécimen para detectar las rajaduras (véase 10.3.2) y registrar la presencia de nuevas grietas desarrolladas durante la prueba de helado y deshelado. Medir y registrar la longitud de las nuevas grietas.

10.4.3 **Apreciación:** Se considera que un espécimen ha fallado en el ensayo de congelamiento y deshielo, si:

10.4.3.1 **Pérdida de peso:** Una pérdida de peso mayor que 0,5 %.

10.4.3.2 **Fractura:** El espécimen se ha quebrado en varias fracciones.





NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
16 de 36

($3 \text{ mm} - 0,25 \text{ mm}$) y ($3 \text{ mm} + 0,25 \text{ mm}$) sobre la superficie superior o el borde de la barra. La precisión es posible con el uso de placas de fondo o microscopio micrométrico. Cuando el nivel de agua con respecto de la superficie superior del borde de la barra se ajusta de modo que el punto más bajo de las burbujas de la superficie del agua, sea visto con reflectores de luz y el punto más alto no esté en contacto con el agua, el nivel de agua está dentro de los límites especificados. Cualquier otro método adecuado para mantener una profundidad constante de inmersión puede ser usado si se obtiene un resultado equivalente. Por ejemplo se menciona como otro método adecuado el uso de soportes rígidos móviles con respecto del nivel de agua.

NOTA 5: Un tubo de goma desde un sifón o una alimentación por gravedad, y cerrado por un clip de resorte, proporcionará un control manual adecuado.

11.1.4 Balanza: Con una capacidad no menor a 3 000 g y una aproximación de 0,5 g.

11.1.5 Horno de secado: Conforme a los requerimientos indicados en el apartado 8.1.4.

11.1.6 Cámara de temperatura constante: Mantiene una temperatura de $21 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

11.1.7 Dispositivo de sincronización: Para la sincronización se puede usar un reloj o un cronómetro, que indicará un tiempo de un minuto con una aproximación a 1 s.

11.2 Especimen de prueba: Se ensayarán 5 ladrillos enteros.

11.3 Procedimiento

11.3.1 El periodo inicial de absorción deberá determinarse mediante el ensayo especificado, secado al horno o secado al aire. Si no se especifica, el tiempo inicial de absorción podrá ser determinado por una prueba de secado al horno. Secar y enfriar los especímenes de prueba en concordancia con los procedimientos indicados en los apartados 11.3.1.1 o 11.3.1.2. Completar el procedimiento de ensayo en concordancia con los apartados 11.3.2, 11.3.3 y 11.3.4.

NOTA 6: No hay correlación entre el valor del periodo inicial de absorción en ambiente aireado y al horno. Los métodos de prueba proporcionan diferente información.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
17 de 36

11.3.1.1 Secado al horno. Procedimiento: Secar y enfriar los especímenes de prueba según lo indicado en los apartados 6.1.1 y 6.1.2.

11.3.1.2 Secado en ambiente aireado: Almacenar las unidades no apiladas, con separación entre ellas, en un cuarto ventilado, a temperatura entre $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ con una humedad relativa entre 30 % y 70 % por un periodo de 4 horas, con una corriente de aire generada por un ventilador eléctrico, por un periodo no menor de dos horas. Continúe hasta que dos pesadas sucesivas a intervalos de dos horas muestren un incremento o pérdida no mayor de 0,2 % desde la última pesada del espécimen.

11.3.2 Medir con una aproximación de 1,27 mm la longitud y el ancho de la superficie plana del espécimen de prueba, para unidades rectangulares, o determinar el área que estará en contacto con el agua para unidades de otras formas, con métodos adecuados similares al propuesto. Pesarse el espécimen con una aproximación de 0,5 g.

11.3.3 Ajuste la posición de la bandeja de la prueba de absorción, de manera tal que el fondo de la misma esté nivelado; debiéndose comprobar con un nivel de burbuja y fije el ladrillo referencial saturado encima de los soportes. Agregue agua hasta que el nivel de la misma sea de $3\text{ mm} \pm 0,25\text{ mm}$ sobre los soportes.

Cuando el espécimen de prueba sea retirado, la profundidad del agua deberá ser de $3\text{ mm} \pm 0,25\text{ mm}$ más la profundidad de los soportes. Después de retirar el ladrillo referencial, sujetar el espécimen de prueba sobre los soportes, contando como tiempo cero el momento de contacto del ladrillo con el agua. Durante el periodo de contacto, $1\text{ min} \pm 1\text{ s}$, se mantendrá el nivel de agua entre los límites prescritos agregando agua si se requiere. Al final del tiempo de $1\text{ min} \pm 1\text{ s}$, retire el espécimen y seque el agua superficial con un paño húmedo y vuelva a pesar el espécimen con aproximación de 0,5 g. El secado del agua superficial se hará dentro de los 10 segundos siguientes luego de retirar el espécimen del agua, y deberá pesarse dentro de los siguientes 2 min.

NOTA 7: Coloque el ladrillo en contacto con el agua rápidamente, pero sin salpicar. Fije el ladrillo en posición con un movimiento oscilante, para evitar atrapar aire en la superficie inferior. De preferencia pruebe el ladrillo con las depresiones en contacto con la superficie del agua. Pruebe el ladrillo moldeado con la cara superficial rugosa hacia abajo.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
18 de 36

11.4 Cálculo e informe

11.4.1 La diferencia en el peso, en g, entre el peso inicial y final es el peso del agua absorbida por el ladrillo durante el minuto de contacto con el agua. Si el área (largo \times ancho) no difiere más de $\pm 2,5\%$ de 200 cm^2 , reportar el incremento de peso de cada espécimen con una aproximación a 0,1 g, como el índice inicial de absorción en un minuto.

11.4.2 Si el área del espécimen difiere en más de $\pm 2,5\%$ de 200 cm^2 , se corregirá el peso mediante la ecuación que se indica a continuación, con una aproximación a 0,1 g:

$$X = \frac{200W}{LB}$$

Donde:

- X : Diferencia de pesos corregida, sobre la base de 200 cm^2 .
- W : Diferencia de pesos del espécimen (g).
- L : Longitud del espécimen (cm).
- B : Ancho del espécimen (cm).

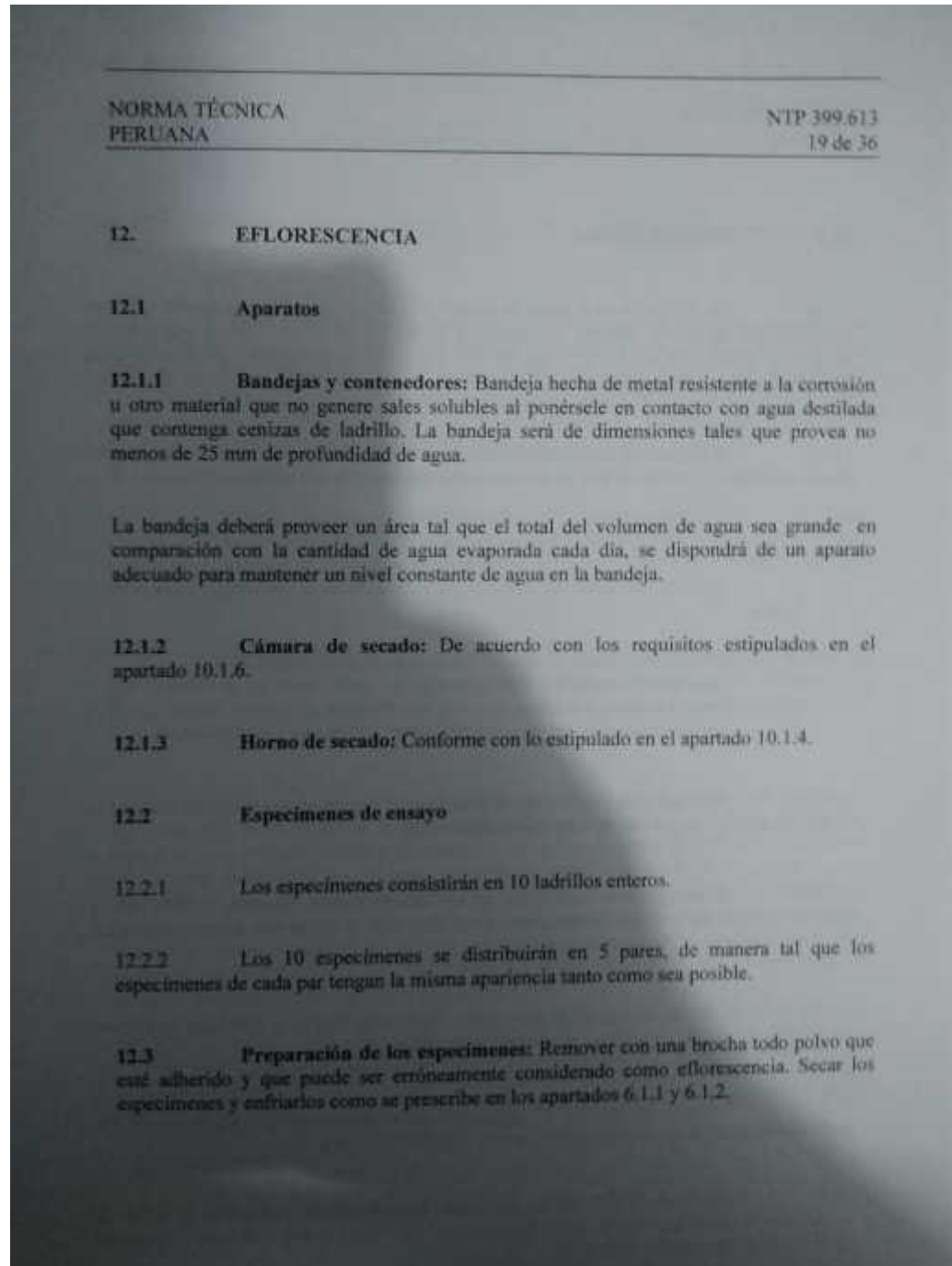
11.4.3 Informar como la absorción inicial en 1 minuto el resultado de la succión corregida del espécimen (X), con aproximación a 0,1 g.

11.4.4 Si el espécimen de prueba es un ladrillo común, calcular el área neta y sustituir por LB en la ecuación dada en 11.4.2. Reportar la diferencia de peso corregida como la absorción inicial en un minuto.

11.4.5 Si el espécimen no es prismático, calcular el área neta mediante un método geométrico adecuado y sustituir LB en la ecuación dada en 11.4.2.

11.5 Calcular y reportar el promedio de la absorción inicial de todos los especímenes ensayados, con aproximación a $0,1\text{ g}/\text{min}/200\text{ cm}^2$.

11.6 Incluir en el informe si para secar los especímenes se utilizó el horno de secado (en concordancia con lo indicado en 11.3.1.1) o secado al aire (en concordancia con lo indicado en el apartado 11.3.1.2).





NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
20 de 36

12.4 Procedimiento

12.4.1 Colocar un espécimen de cada uno de los 5 pares, con un extremo parcialmente sumergido en agua destilada en aproximadamente 25 mm, por 7 días en el cuarto de secado. Cuando varios especímenes se ensayan en el mismo contenedor, separar cada uno de los especímenes con un espaciamiento no menor de 50 mm.

NOTA 8: No debe ensayarse especímenes de diferentes fuentes de manera simultánea en el mismo contenedor, porque especímenes con cantidades considerables de sales solubles pueden contaminar los especímenes que están libres de ellos.

NOTA 9: Vaciar y limpiar las bandejas después de cada ensayo.

12.4.2 Almacenar el segundo espécimen de cada uno de los cinco pares en el cuarto de secado, sin contacto con el agua.

12.4.3 Al terminar los siete días inspeccionar el primer conjunto de especímenes y luego secar ambos conjuntos en el horno de secado por 24 horas.

12.5 **Examen y clasificación:** Después de secado, examinar y comparar cada par de especímenes, observando la parte superior y las cuatro caras de cada espécimen, desde una distancia de 3 metros, bajo una iluminación de 538,2 lm/m², según un observador de visión normal. Si ninguna diferencia es notoria bajo estas condiciones, indicar la clasificación como "No eflorescente". Si se observa una diferencia perceptible debido a la eflorescencia bajo estas condiciones, indicar la clasificación como "Eflorescente". Registrar el aspecto y distribución de la eflorescencia.

12.6 Precisión y desviación

No existe ninguna información sobre precisión o desviación sobre el método de ensayo por eflorescencia, debido a que el resultado no es cuantitativo.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
21 de 36

13. PESO POR UNIDAD DE ÁREA

13.1 Aparatos: Una balanza sensible, del rango del 0,2 % del peso del espécimen más pequeño.

13.2 Especimen de prueba: Pesar 5 tejas de arcilla estructural enteras y secas (véase 5.4.1).

13.3 Cálculo e informe

13.3.1 Calcular el peso por unidad de área de un espécimen dividiendo su peso total en kg, entre el área promedio en m² de las dos caras de la unidad según se coloca normalmente en una pared.

13.3.2 Reportar los resultados de manera separada para cada unidad, así como el promedio de todas las unidades ensayadas, con aproximación a 1 g.

14. MEDIDA DEL TAMAÑO

14.1 Aparatos: Se medirán las unidades individualmente con una regla de acero graduada, de 30 cm, con divisiones de un milímetro, o un calibrador que tenga una escala de 25 mm a 300 mm, y que tenga cabezales paralelos. Para medir ladrillos, bloques de albañilería o tejas de mayor dimensión se usarán reglas de acero o calibradores de aproximación y tamaño requeridos.

14.2 Especímenes de ensayo: Medir 10 unidades enteras y secas. Estas unidades serán representativas de cada lote, e incluirán los extremos de los rangos de color y tamaño, según se determina por una inspección visual del cargamento (los mismos especímenes pueden ser usados para determinar la eflorescencia y otras propiedades).

14.3 Medidas individuales ancho, longitud y altura: Medir el ancho a través de los dos extremos y en ambas caras, desde el punto medio de los bordes que limitan las



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
22 de 36

caras. Registre estas cuatro medidas con una aproximación de 1 mm y registre como ancho el promedio de las medidas, con una aproximación de 0,5 mm.

Medir la altura a través de ambas caras y ambos extremos desde los puntos medios de los bordes que limitan las caras. Registre estas cuatro medidas con una aproximación de 1 mm, y registrar como altura su promedio con una aproximación de 0,5 mm. Usar el aparato descrito en 14.1. Repetir el ensayo con el mismo método cuando sea necesario.

14.4 Reportar el promedio del ancho, largo y alto de cada espécimen ensayado, con aproximación a 1 mm.

15. MEDIDA DEL ALABEO

15.1 Aparatos

15.1.1 Varilla de acero con borde recto.

15.1.2 Regla o cuña de medición: Una regla graduada de acero con divisiones desde un extremo, de 1 mm, o alternativamente una cuña de medición de 60 mm de longitud por 12,5 mm de ancho por 12,5 mm de espesor en un extremo, el que va reduciéndose hasta llegar a cero en el otro extremo. La cuña deberá estar graduada y numerada en divisiones de 1 mm. Véase Figura 1.

Dimensiones en mm

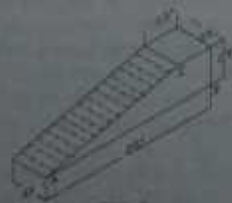


FIGURA 1 – Cuña para medir el alabeo



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP-399.613
23 de 36

15.1.3 Superficie plana de acero o vidrio, no menor de 300 mm x 300 mm y plana en el rango de 0,025 mm.

15.2 **Especímenes:** Usar como especímenes las 10 unidades seleccionadas para determinar el tamaño.

15.3 **Preparación de los especímenes:** Los especímenes se ensayarán tal cual se los recibe, únicamente se eliminará con una brocha el polvo adherido a las superficies.

15.4 Procedimiento

15.4.1 **Superficies cóncavas:** En los casos en que la distorsión a ser medida corresponda a una superficie cóncava, se colocará la varilla de borde recto longitudinal o diagonalmente a lo largo de la superficie a ser medida, adoptándose la ubicación que da la mayor desviación de la línea recta. Escoger la distancia mayor de la superficie del espécimen a la varilla de borde recto. Usando la regla de acero o cuña medir esta distancia con una aproximación de 1 mm y registrarla como la distorsión cóncava de la superficie.

15.4.2 **Bordes cóncavos:** Cuando la distorsión a ser medida es la de un borde y es cóncava, colocar la varilla de borde recto entre los extremos del borde cóncavo a ser medido. Seleccionar la distancia más grande desde el borde del espécimen a la varilla con borde recto. Usando la regla de acero o cuña, medir esta distancia con una aproximación de 1 mm, y registrarla como la distorsión cóncava del borde.

15.4.2 Superficies convexas

Cuando la distorsión a ser medida es la de una superficie convexa, colocar el espécimen con la superficie convexa en contacto con una superficie plana y con las esquinas aproximadamente equidistantes de la superficie de la superficie plana. Usando la regla de acero o cuña, medir la distancia con una aproximación de 1 mm de cada una de las 4 esquinas desde la superficie plana. Registrar el promedio de las 4 medidas como la distorsión convexa del espécimen.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
24 de 36

15.4.4 Bordes convexos: Cuando la distorsión a ser medida es la de un borde convexo, colocar la varilla de bordes rectos entre los extremos del borde convexo. Seleccionar la distancia más grande del borde del espécimen a la varilla. Usando la regla de acero o cuña, medir esta distancia con una aproximación de 1 mm y registrarla como la distorsión convexa del borde.

16. MEDIDA DEL CAMBIO DE LONGITUD

16.1 Aparatos: Para medir la longitud del espécimen se usará un micrómetro o un dispositivo de medida apropiado, graduado para leer con incrementos de 0,001 mm, fijado sobre un apoyo adecuado para sostener el espécimen de tal manera que se pueda obtener resultados reproducibles. Deben tomarse provisiones para permitir el cambio de posición del micrómetro sobre su varilla montante, a fin de dar cabida a grandes variaciones en el tamaño del espécimen. La base del soporte y el extremo del micrómetro deberán tener una depresión cónica que acepte una bola de acero de 6,35 mm. Debe proveerse un instrumento referencial apropiado, para verificar el dispositivo de medida.

16.2 Preparación del espécimen: Remover los extremos de especímenes con texturas profundas, hasta el nivel de ellas, cortando perpendicularmente a la longitud del espécimen. Perforar en cada extremo del espécimen con un perforador carbonado de 6,35mm. Perforar en la intersección de las 2 diagonales de la respectiva cara. Colocar la bola de acero de 6,35 mm en estas depresiones, fijándolas en su lugar con un cemento de aluminato cálcico. Se puede aplicar cualquier método equivalente para establecer la longitud referencial.

16.3 Procedimiento: Marcar el espécimen para su identificación y medir con aproximación de 0,001 mm en un ambiente controlado y hacer medidas subsiguientes en el mismo ambiente controlado, a $\pm 0,5$ °C y ± 5 % de humedad relativa. Registrar la temperatura y humedad relativa. Colocar una marca referencial al espécimen para su orientación en el dispositivo de medida. Verificar el dispositivo de medida con el instrumento de referencia antes de cada serie de medidas.

16.4 Informe: Cuando se ha ensayado más de un espécimen, calcular y reportar el promedio del cambio de longitud de todos los especímenes ensayados, con aproximación a 0,001 mm. El reporte deberá incluir los registros individuales así como el registro de la temperatura y humedad relativa del laboratorio.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
25 de 36

17. CAMBIO INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN) – PRUEBA DE CAMPO

17.1 Alcances: Este método de ensayo está orientado a servir como un medio volumétrico para la determinación del cambio inicial de absorción (IRA) de cualquier tamaño de ladrillo, cuando la determinación por peso, descrita en el capítulo II de esta NTP, no es viable.

Este método de ensayo se aplica para evaluar la necesidad de humedecer el ladrillo. Este método de ensayo se realiza con especímenes tomados en campo sin modificar su contenido de humedad, por lo tanto, el IRA determinado por este método puede diferir del IRA determinado por el método de ensayo de laboratorio según el capítulo II, el cual requiere secar los especímenes.

17.2 Aparatos

17.2.1 Bandeja de ensayo de absorción: Una bandeja rectangular, impermeable, construida de material no corrosible, con una base rígida y chata con una profundidad interna del orden de 38 mm el largo y el ancho interior de la bandeja deberá exceder al largo y al ancho del ladrillo ensayado por un mínimo de 72 mm pero no más de 127 mm.

17.2.2 Soportes para el ladrillo: Dos barras rectangulares no corrosibles, con 6,4 mm en altura y ancho y con una longitud igual al ancho interno de la bandeja menos 25 mm. Los soportes para el ladrillo pueden ser colocados en la base de la bandeja, justo antes del ensayo puede fijarse permanentemente en dicha base. El espacio entre los soportes debe ser del orden de 100 mm menor que la longitud del ladrillo ensayado. Un dispositivo que indique el nivel de agua requerido puede adjuntarse permanentemente en el extremo de los apoyos para el ladrillo, o suspenderse desde la parte superior de la bandeja Figura 2 (a) y (b). Cualquier dispositivo de precisión equivalente para controlar el nivel de agua requerido, 3 mm sobre los apoyos para el ladrillo, puede ser utilizado en el lugar señalado en la Figura. 2.

17.2.3 Dispositivo de tiempo: Un dispositivo adecuado de tiempo que indique el tiempo de 1 minuto con aproximación de 1 segundo.

“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
26 de 36

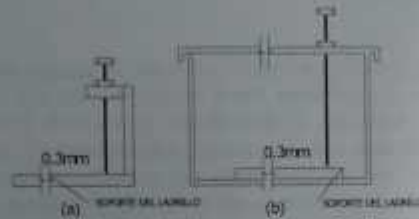


FIGURA 2 – Indicadores del nivel de agua

17.2.4 Botella deformable: Una botella de plástico deformable, con una capacidad de 100 ml (botella de lavado tipo Guth).

17.2.5 Un cilindro graduado: Un cilindro graduado de medición, de plástico o vidrio, con capacidad de 100 ml.

17.3 Especímenes de ensayo

Seleccionar 6 ladrillos enteros, de conformidad con lo indicado en 5.1.

17.4 Procedimiento

17.4.1 Sumergir completamente un espécimen de ladrillo en un contenedor, por dos horas.

17.4.2 Medir con aproximación de 2 mm, el largo y el ancho de 5 especímenes remanentes, en la superficie que estará en contacto con el agua. Si los especímenes de ensayo están perforados, determinar el área de las perforaciones en el medio de la superficie.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
27 de 36

17.4.3 Prehumedecer y dejar secar la bandeja de absorción y colocarla sobre una superficie plana y nivelada.

17.4.4 Retirar el espécimen prehumedecido del contenedor, removiendo el agua de la superficie y colocar el espécimen sobre los apoyos para ladrillo de la bandeja. Agregar el agua en la bandeja hasta que el agua alcance un nivel de 3 mm sobre los apoyos para ladrillo. (En el caso de estar usándose un indicador de punta de nivel de agua, poner agua en la bandeja hasta que el agua haga un contacto mínimo). Remover el ladrillo prehumedecido e inclinar suficientemente el ladrillo de manera que una de las esquinas sirva como punto de goteo del agua que escurre de su superficie para retornar a la bandeja. Una sacudida ligera puede ser necesaria para hacer que caiga la última gota. Colocar el ladrillo prehumedecido nuevamente en el contenedor de agua.

17.4.5 Utilizando el cilindro graduado llenar la botella deformable con 100 ml de agua exactamente.

17.4.6 Colocar el primer espécimen de ensayo cuadrándolo sobre los apoyos para ladrillo, contando como tiempo cero el momento que el ladrillo contacte con el agua. Al término de $1 \text{ min} \pm 1 \text{ seg}$ retirar el espécimen de ensayo del agua e inclinar suficientemente el ladrillo de manera tal que una de las esquinas sirva como punto de goteo del agua que escurre de su superficie para retornar a la bandeja. Una sacudida ligera puede ser necesaria para hacer que caiga la última gota.

17.4.6.1 Continuar colocando los especímenes remanentes de ensayo dentro de la bandeja, de la misma manera hasta que los 5 especímenes sean ensayados. Durante el ensayo agregar agua a la bandeja, utilizando la botella deformable para mantener el nivel de agua aproximadamente constante a 3mm de profundidad. Volver a llenar la botella deformable con 100 ml de agua cuando esté vacía registrando cada llenada.

17.4.6.2 Después que el último espécimen es ensayado colocar el ladrillo prehumedecido nuevamente en la bandeja, restaurando el nivel original de agua con agua de la botella deformable.

NOTA 10: Colocar el ladrillo en contacto con el agua rápidamente pero sin derramar. Colocar el ladrillo en posición, con un movimiento rotatorio para evitar el atrapado de aire bajo su superficie.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
28 de 36

17.4.7 Utilizando el cilindro graduado medir el volumen de agua remanente en la botella deformable.

17.5 Cálculo e informe

17.5.1 El número de llenadas más la primera botella completamente llena, multiplicado por 100 ml, menos el volumen de agua remanente en la botella deformable, es el total del volumen de agua medido en mililitros, absorbido por los 5 especímenes.

$$V_t = 100(n+1) - V_r$$

Donde:

- V_t : Volumen total de agua absorbido por todos los especímenes ensayados, ml
 n : Número de llenadas de la botella deformable
 V_r : Volumen de agua remanente en la botella deformable, ml

17.5.2 Cuando el promedio del área de la superficie neta en contacto con el agua (suma de áreas de superficie neta dividida entre el número de especímenes) difiera para muestra dada en $\pm 5 \text{ cm}^2$ o menos de 195 cm^2 , informar como IRA (campo), en g/minuto/195 cm^2 , el volumen total de agua absorbida dividida entre 5, el número de especímenes de ensayo.

$$IRA(\text{Field}) = \frac{V_t}{5}$$

17.5.3 Si el promedio de la superficie neta en contacto con el agua difiere en más de $\pm 5 \text{ cm}^2$ de 195 cm^2 , calcular el volumen equivalente en un minuto para 195 cm^2 de superficie como sigue:

$$V_c = \frac{30V_t}{A_c} \quad \text{o} \quad V_c = \frac{195V_t}{A_c}$$

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
29 de 36

Donde:

- V_c : Volumen promedio de agua absorbida por un espécimen, corregido sobre la base de 195 cm^2 de superficie, ml
 A_n : Suma de las áreas de superficie netas en contacto con el agua de todos los especímenes ensayados cm^2

17.5.4 Informe: Informar el volumen corregido (V_c) como el IRA (campo) en $\text{g}/\text{min}/195\text{cm}^2$.

17.6 Precisión y desviación: A la fecha no se dispone de datos suficientes para una declaración de precisión y sesgo.

18. MEDIDA DEL ÁREA DE VACÍOS EN UNIDADES PERFORADAS

18.1 Aparatos

- 18.1.1 Regla de acero o calibradores: según dispuesto en el apartado 14.1.
18.1.2 Cilindro graduado: un cilindro de vidrio con capacidad de 500 ml.
18.1.3 Papel: una hoja de papel con superficie dura no menor de $610 \text{ mm} \times 610 \text{ mm}$.
18.1.4 Arena: 500 ml de arena limpia y seca.
18.1.5 Vazilla de acero con borde recto.
18.1.6 Superficie chata: una superficie limpia, seca, chata, lisa y nivelada.
18.1.7 Escobilla: de cerda suave.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
30 de 36

18.1.8 Felpudo de neopreno: una esponja de neopreno celulada de 610 mm x 610 mm y 6 mm de espesor.

18.1.9 Balanza: véase 11.1.4.

18.2 **Especímenes de prueba:** Se usará una muestra de 10 unidades seleccionada según lo descrito para la determinación del tamaño (pueden ser utilizadas las muestras tomadas para la determinación del tamaño).

18.3 **Preparación de las muestras:** Ensayar los especímenes tal cual se reciben, únicamente se eliminará con la escobilla las partículas de polvo u otras adheridas a las superficies.

18.4 Procedimiento

18.4.1 Medir y registrar la longitud, el ancho y altura del espécimen tal como se describe en el procedimiento para determinación del tamaño.

18.4.2 Sobre la superficie chata apoyar la esponja de neopreno y sobre ella extender la hoja de papel. Sobre el papel colocar el espécimen a ser ensayado (perforaciones verticales).

18.4.3 Rellenar las perforaciones con arena, permitiendo que la arena caiga libremente. Utilizando la varilla de acero con borde recto nivelar la arena en las perforaciones. Con la escobilla, remover todo exceso de arena de la parte superior del espécimen y de la hoja de papel.

18.4.4 Levantar el espécimen posibilitando que la arena de las perforaciones caiga sobre las hojas de papel.

18.4.5 Transferir la arena de la hoja de papel a la balanza, pesando y registrando con aproximación de 0,5 g.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399,613
31 de 36

18.4.6 Con una porción separada de arena, llenar un cilindro de 500 ml hasta la graduación de 500 ml, posibilitando que la arena caiga de manera natural y sin agitar ni vibrar el cilindro. Transferir esta arena a la balanza, pesando y registrando con aproximación de 0,5 g.

18.5 Cálculo e informe

18.5.1 Determinar el volumen de arena contenido en el espécimen de ensayo como sigue:

$$V_a = \frac{500 \text{ ml}}{S_c} \times S_e$$

Donde:

- V_a : Volumen de arena contenida en el espécimen de ensayo.
- S_c : Peso, en g de 500 ml de arena contenida en el cilindro graduado.
- S_e : Peso en g de la arena contenido en el espécimen de ensayo.

18.5.2 Determinar el porcentaje de vacíos como sigue:

$$\% \text{ Área vacíos} = \frac{V_a}{V_c} \times \frac{1}{16,4} \times 100$$

Donde:

- V_a : Volumen de arena determinado en 18.5.1, ml
- V_c : Longitud x ancho x profundidad registrada en 18.5.1, cm^3

18.5.3 Informar, como el porcentaje de área de vacíos, el resultado de la ecuación dada en 18.5.2, para cada espécimen, con una aproximación a 1 %.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP-399.613
32 de 36

19. MEDIDA DE LA DEFORMACIÓN DEL ENCUADRE EN ESQUINAS

19.1 Aparatos

19.1.1 Regla de acero o calibrador: según se describe en el apartado 14.1.

19.1.2 Escuadra de carpintero de acero.

19.2 Procedimiento

19.2.1 Colocar un brazo de la escuadra de carpintero adyacente a lo largo del espécimen ubicado de soga. Alinear el brazo de la escuadra paralelamente al brazo del espécimen teniendo las esquinas de la cara del espécimen en contacto con el brazo de la escuadra. Ubicar la escuadra paralela a la cara del espécimen a ser expuesta a 6 mm de ella. Véase Figura 4.

19.2.2 Medir la desviación del ángulo de 90° en cada esquina de la cara expuesta del espécimen. Registrar la medida con aproximación de 1 mm para cada esquina. Véase Figura 3.

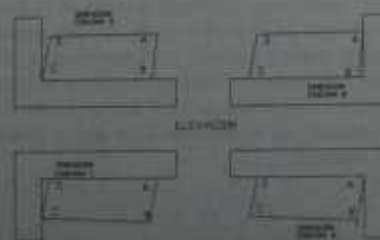


FIGURA 3 – Medida de descadres



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
33 de 36



FIGURA 4 – Ubicación de la escuadra

20. MÓDULO DE ROTURA

20.1 Especímenes de prueba: Los especímenes de ensayo consistirán de unidades enteras (véase 6.1.1). Se ensayarán cinco de tales especímenes.

20.2 Procedimiento

20.2.1 Ensayar unidades que han sido secadas de conformidad con lo prescrito en el apartado 6.1.1.

20.2.2 A menos que se especifique y se informe de otra manera, apoyar el espécimen de ensayo sobre su base (esto es, aplicar la carga en la dirección de la altura del espécimen). La carga debe aplicarse en el centro del tramo, con aproximación de 2 mm de dicho centro. Si el espécimen tiene cavidades o depresiones, colocar el espécimen de manera tal que las cavidades o depresiones estén en sus caras inferiores. Los apoyos para los especímenes serán barras de acero sólido de $12,7 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ de diámetro, colocadas a $13 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ de cada extremo. La longitud de cada apoyo será por lo menos igual al ancho del espécimen. Véase Figura 5.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
35 de 36

22. ANTECEDENTE

ASTM C 67-2003a

Standard test methods for sampling and testing
brick and structural clay tile

“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
34 de 36



FIGURA 5 - Aplicación de la carga

20.2.3 Aplicar la carga sobre la superficie superior del espécimen a través de una plancha de soporte de acero de 6 mm de espesor y 40 mm de ancho y con una longitud por lo menos igual al ancho del espécimen.

20.2.4 **Velocidad de ensayo:** La velocidad de carga no excederá las 8/896 N minuto, este requerimiento puede considerarse como satisfecho si la velocidad del cabezal móvil de la máquina de ensayos inmediatamente antes de aplicarse la carga, no es mayor que 1,3 mm minuto.

20.3 Informe

20.3.1 Registrar las dimensiones del espécimen y la longitud del tramo de carga.

20.3.2 Registrar la carga de rotura transversal P , para cada espécimen con aproximación a 1 N.

20.3.3 Calcular y registrar la carga de rotura por unidad de ancho de cada espécimen como $p = P/w$ por cada unidad, N/mm. Registrar el promedio de las cargas de rotura por unidad de ancho para todos los especímenes ensayados, considerándole como la carga de rotura del lote.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
36 de 36

ANEXO A
(INFORMATIVO)

COEFICIENTE DE RELACIÓN ENTRE LA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE
ALBAÑILERÍA ENTERAS Y MEDIAS UNIDADES

De acuerdo a resultados de investigaciones experimentales realizadas en el Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú, a partir de unidades provenientes de diversas fábricas ubicadas en el área de Lima Metropolitana, se corregirá la resistencia a la compresión obtenida del ensayo en unidades enteras mediante la siguiente relación:

$$R_{ue} = 0,92 \times R_{mu}$$

Donde:

R_{ue} = resistencia a la compresión en unidad entera.
 R_{mu} = resistencia a la compresión en media unidad.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.

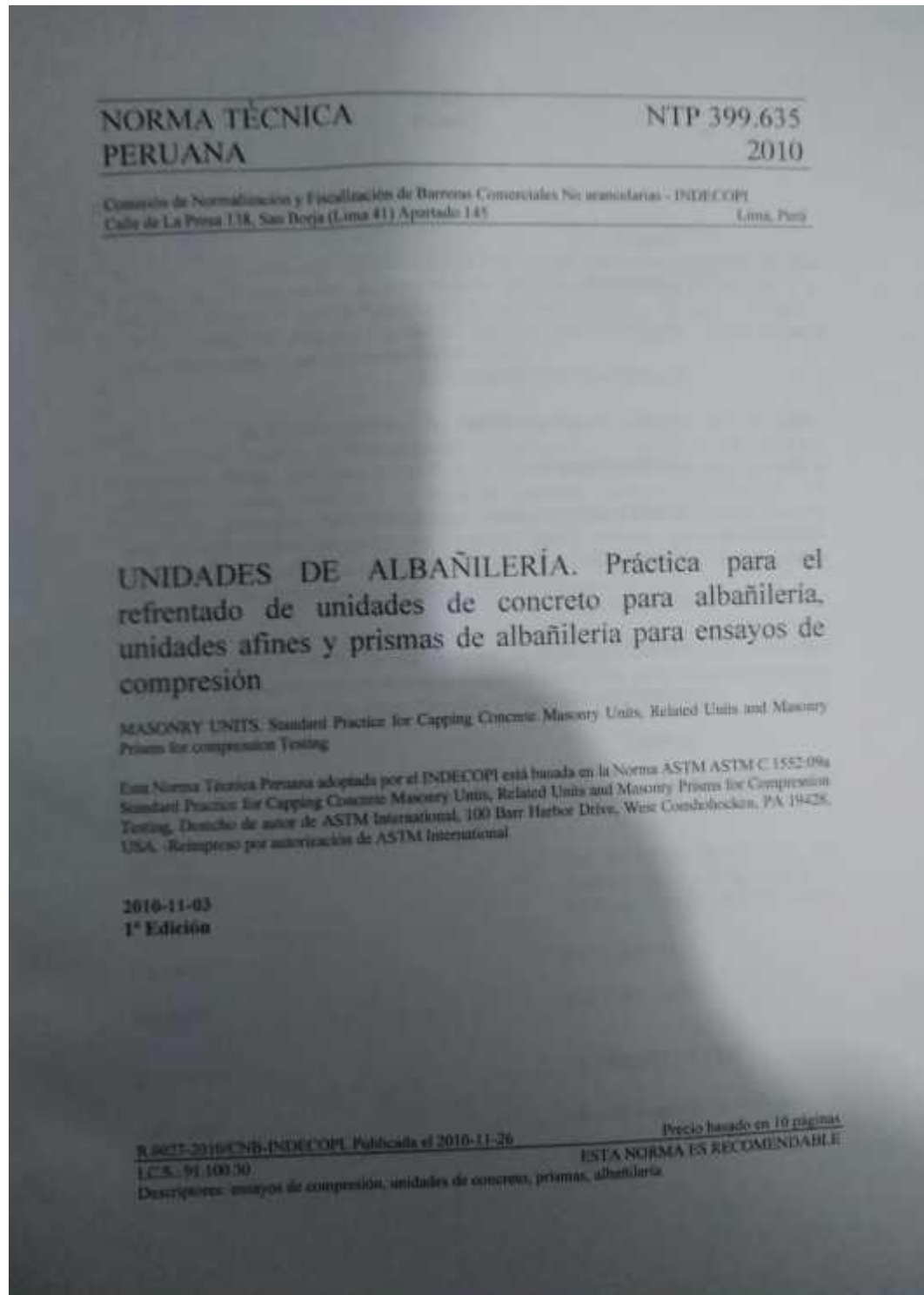


Anexo 7

Norma técnica peruana 399.635 - 2010

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



ÍNDICE

	página
ÍNDICE	i
PREFACIO	ii
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. CAMPO DE APLICACIÓN	2
4. DEFINICIONES	2
5. SIGNIFICADO Y USO	2
6. APARATOS	3
7. MATERIALES	4
8. PROCEDIMIENTO	6
9. ANTECEDENTE	9
ANEXO	10

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Unidades de albañilería, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante el mes de julio del 2010, utilizando como antecedente a la norma ASTM C1552:2009 Standard Practice for Capping Concrete Masonry Units, Related Units and Masonry Prisms for compression Testing.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Unidades de albañilería, presentó a la Comisión de Normalización y Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias-CNB, con fecha 2010-07-22, el PNT 399.635:2010, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2010-08-28. No habiéndose presentado observaciones fue oficializado como Norma Técnica Peruana NTP 399.635:2010 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Práctica para el refrentado de unidades de concreto para albañilería, unidades afines y prismas de albañilería para ensayos de compresión, 1ª Edición, el 26 de noviembre de 2010.

A.3 La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA-LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
Presidente	Isabel Moroni
Secretario	Ana Torre Carrillo
ENTIDAD	REPRESENTANTE
ASOCEM	Manuel Gonzales de la Colera
SENCICO	Vanna Guffanti



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.635
1 de 10

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Práctica para el refrentado de unidades de concreto para albañilería, unidades afines y prismas de albañilería para ensayos de compresión

1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece los ensayos de compresión para los aparatos, materiales y procedimientos para refrentar las unidades de concreto de uso en albañilería, unidades afines, que incluyen piezas testigos u otros especímenes obtenidos a partir de dichas unidades, y prismas de albañilería, que se someten a ensayos de compresión

NOTA 1: Laboratorio de ensayos que realice estos métodos de ensayo debería ser evaluado de acuerdo a la ASTM C1093.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

2.1 Normas Técnicas Peruanas

2.1.1	NTP 399.604:2002	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto y terminología relativas al hormigón y agregados
-------	------------------	---

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA PERUANA		NTP 399.633 2 de 10
2.1.2	NTP 339.037:2008	HORMIGON (CONCRETO). Práctica normalizada para el refrentado de testigos cilíndricos de hormigón (concreto)
2.1.3	NTP 399.633:2010	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Terminología
2.1.4	NTP 399.605:2003	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería
2.2	Normas de Asociación	
2.2.1	ASTM C1093:2009	Standard Practice for Accreditation of Testing Agencies for Masonry
3.	CAMPO DE APLICACIÓN	
	Esta Norma Técnica Peruana se aplica a las unidades de concreto para albañilería, unidades afines y prismas de albañilería.	
4.	DEFINICIONES	
	Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplicarán las definiciones de la NTP 399.633.	
5.	SIGNIFICADO Y USO	
5.1	Esta NTP describe procedimientos para proporcionar a unidades y prismas de albañilería, dos superficies planas de soporte. El propósito de esta NTP es establecer	

“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.635
3 de 10

procedimientos consistentes y estandarizados para refrentar superficies de unidades y prismas que serán sometidos a ensayos de compresión. Los procedimientos se basan en lo establecido previamente en los métodos de ensayo de la NTP 399.604, NTP 339.037, y método de ensayo NTP 309.605.

NOTA 2: Especímenes refrentados evaluados con esta NTP, variarán de manera significativa en tamaño y peso. Un cuidado y manejo apropiado pueden diferir según el tamaño y peso del espécimen. Se debe proporcionar especial cuidado y manejo cuando sea necesario, a fin de brindar un refrentado apropiado según las características físicas del espécimen que está siendo refrentado.

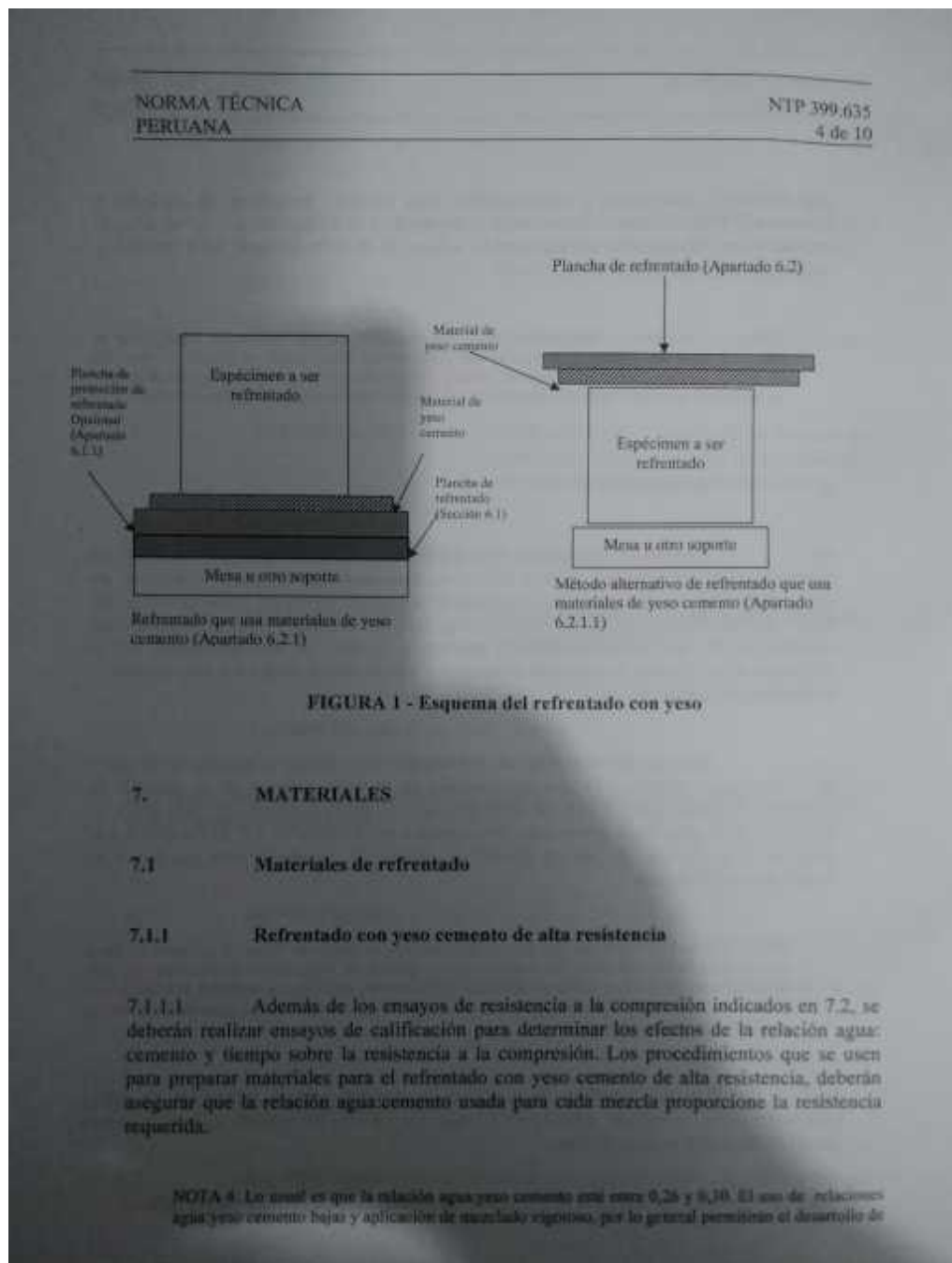
6. APARATOS

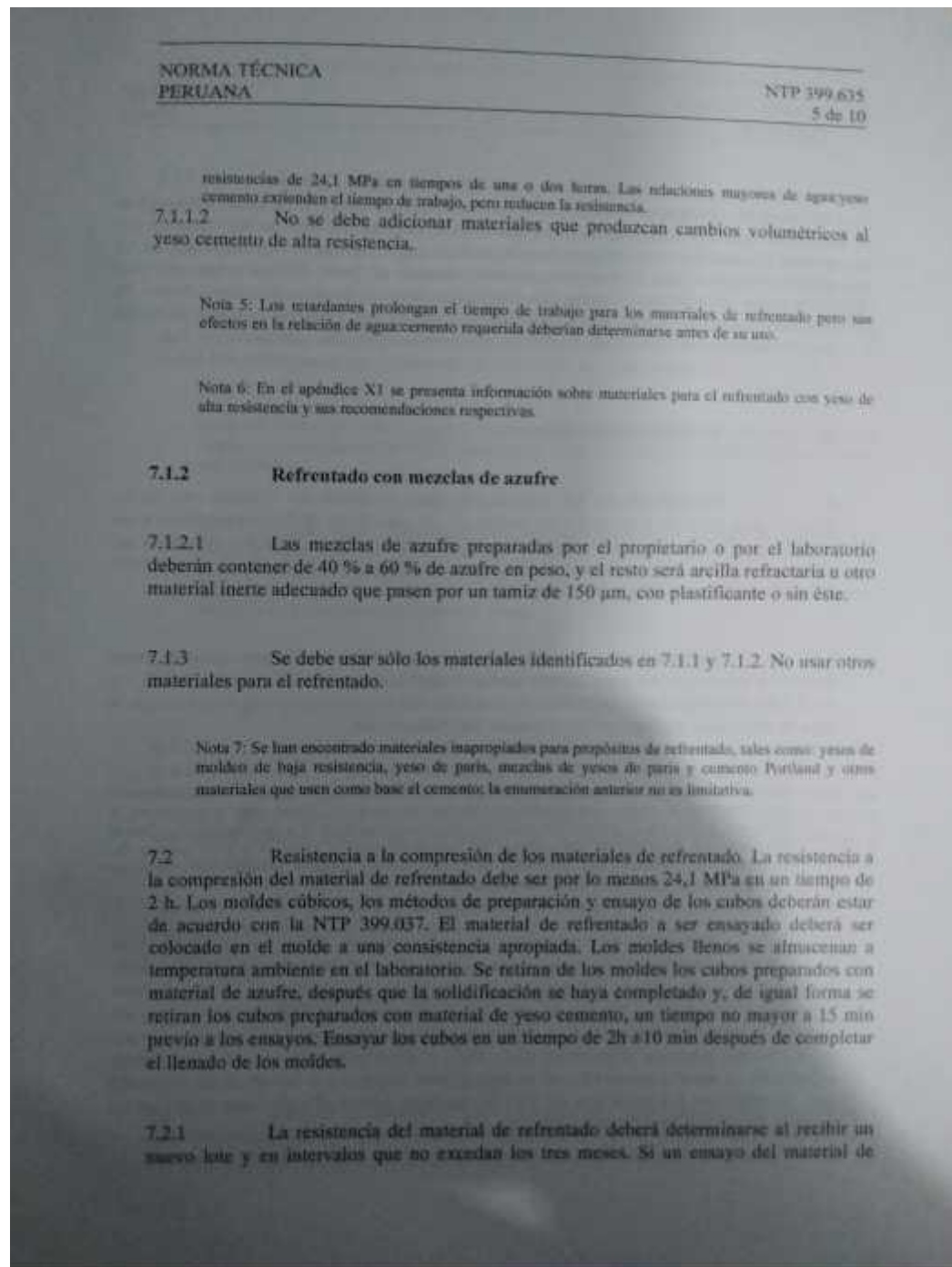
6.1 Plancha de refrentado: Si se utiliza, la plancha de refrentado deberá ser de acero con un espesor mínimo de 25,4 mm, o una plancha pulida de granito o diabasa de por lo menos 76 mm de espesor. La superficie de refrentado deberá ser plana dentro de los 0,075 mm en 400 mm y deberá estar libre de ranuras, acanalamientos e indentaciones mayores a 0,25 mm, de profundidad o mayores a 32 mm² en área superficial. En el momento del refrentado, la superficie deberá estar a nivel dentro de los 1,6 mm respecto a la longitud de la plancha.

6.1.1 Plancha de protección de refrentado: Si se utiliza, la plancha de desgaste de revestimiento deberá colocarse directamente en la parte superior de la plancha de refrentado y deberá cumplir con los requisitos del 6.2. En el momento del refrentado, la superficie de la plancha de protección deberá estar a nivel dentro de 1,6 mm respecto a la longitud de la plancha. No utilizar plancha de protección cuando se usen materiales de azufre para el refrentado.

NOTA 3: Se ha encontrado que una plancha de protección de refrentado reduce el potencial de daños para la plancha de refrentado. Lo usual es que la plancha de desgaste de revestimiento sea más resistente a las rayaduras y pueda reemplazarse a menos costo que el que se requiere para recubrir la plancha de refrentado. Véase la Figura 1 para un esquema de instalación del refrentado cuando se usan materiales de cemento yeso.

6.2 Plancha fundida: Si se utiliza, la plancha fundida deberá ser de vidrio transparente con un espesor mínimo de 13 mm. La plancha de fundido deberá ser plana dentro de los 0,075 mm en 400 mm.





“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.625
6 de 10

refrentado no cumple con los requisitos de resistencia, el lote del cual se muestreó el material no deberá usarse, a menos que dos muestras subsiguientes adicionales tomadas del mismo lote, cumplan con los requisitos de resistencia. Si los ensayos de resistencia de un sublote individual son inadecuados, se debe obtener en forma aleatoria tres muestras adicionales del sublote y ensayarlas. Estas muestras adicionales deberán tomarse de paquetes separados, si estuvieran disponibles. A menos que estas tres muestras cumplan con los requisitos de resistencia, no deberá usarse parte alguna del sublote.

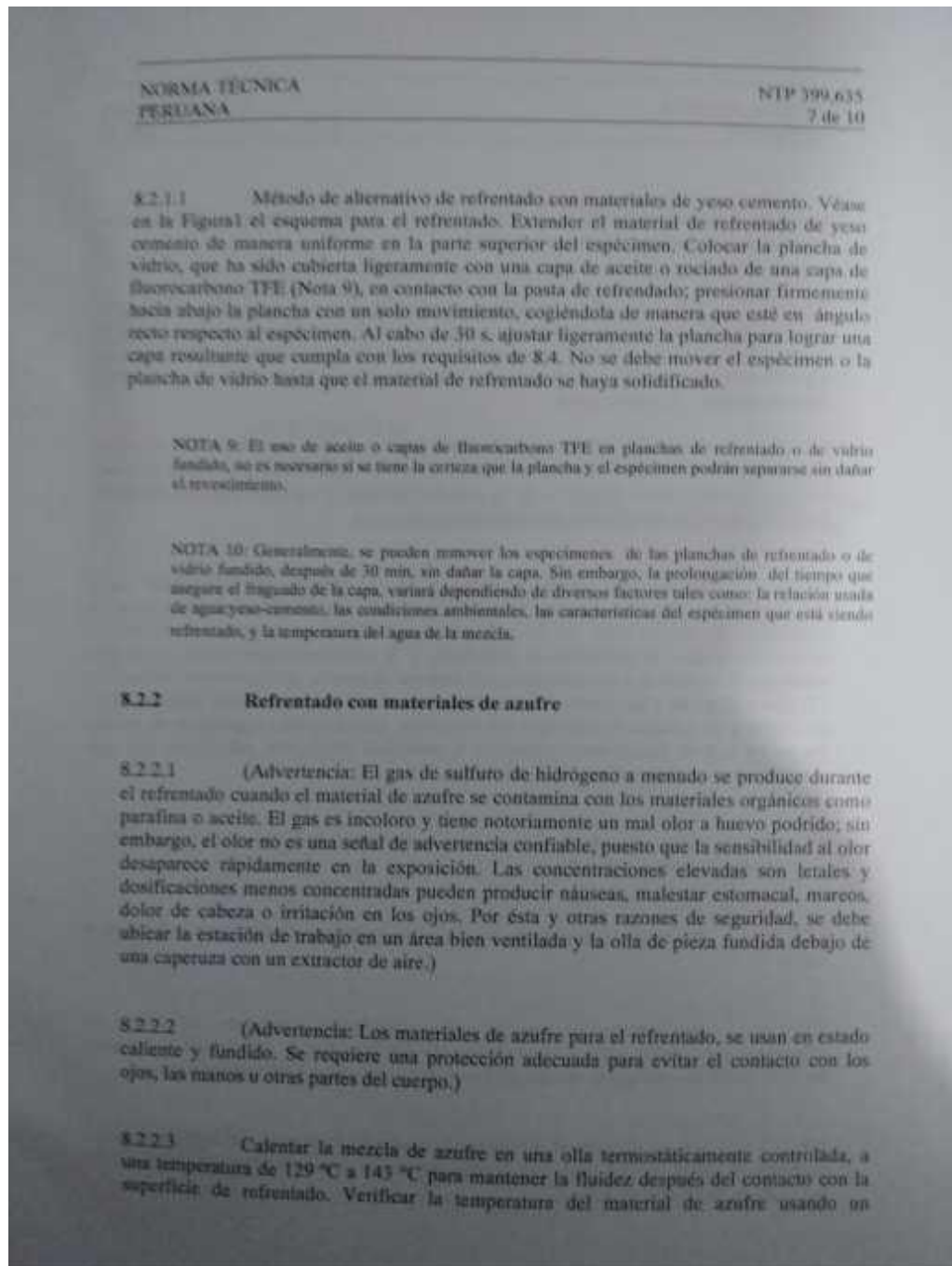
8. PROCEDIMIENTO

8.1 Preparación de los especímenes para el refrentado. Utilizar una piedra abrasiva para remover protuberancias sueltas de las superficies de los especímenes a ser refrentados. Para la preparación de otros especímenes, se debe aplicar los requisitos del método de ensayo apropiado para resistencia a la compresión (método de ensayo NTP 399.604 o Método de ensayo NTP 399.615).

8.2 Refrentado de los especímenes de ensayo. Refrentar las superficies de carga superior e inferior de los especímenes mediante uno de los métodos indicados en 8.2.1 o 8.2.2. Usar los dispositivos de alineamiento cuando sea necesario para asegurarse de que la capa de refrentado cumple con los requisitos indicados en 8.4.

NOTA 8: Se ha demostrado que varios dispositivos de alineamiento son efectivos. Para el refrentado con materiales de azufre, que fraguan rápidamente, las guías de alineamiento aseguran que el espécimen se coloque en la plancha de refrentado de manera correcta en el primer movimiento. Para el refrentado con materiales de yeso cemento, los niveles colocados a través de la parte superior del espécimen han resultado que funcionan bien. Los niveles Bullseye trabajan particularmente especialmente bien con especímenes más pequeños.

8.2.1 Refrentado con materiales de yeso cemento. Véase en la Figura 1 el esquema para el refrentado. Extender el material de refrentado de yeso cemento de manera uniforme en la plancha de refrentado o la plancha de protección que ha sido bañada ligeramente con aceite o rociado de una capa de fluorocarbono TFE (Nota 9). Poner en contacto la superficie del espécimen a ser refrentado con el material de material colocado en la plancha; presionar firmemente hacia abajo el espécimen, con un solo movimiento, cogéndolo de manera que su eje esté en ángulo recto respecto a la superficie de refrentado para cumplir con los requisitos de 8.4. No se debe mover el espécimen hasta que el material de refrentado se haya solidificado.





NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.635
8 de 10

termómetro metálico colocado en el centro de la masa. Verificar la temperatura a intervalos horarios durante las operaciones de refrentado.

8.2.2.4 Vaciar la olla y recargarla periódicamente con materiales frescos para asegurar que el material más antiguo en la olla, no haya sido usado más de cinco veces. El material fresco de azufre deberá secarse en el momento en que se coloca en la olla, debido a que la humedad puede causar espumado. Mantener el agua lejos del material de azufre fundido, debido a la misma razón.

8.2.2.5 Calentar la plancha de refrentado antes de usarla para disminuir la tasa de endurecimiento del material de azufre fundido, y permitir la producción de capas delgadas. Lubricar ligeramente la superficie de la plancha (Nota 9) y agitar el material de azufre derretido, inmediatamente antes de verter cada capa.

8.2.2.6 Formar un molde rectangular en la plancha de refrentado cuyas dimensiones son aproximadamente 13 mm más grande que las dimensiones totales del espécimen. El molde debe ser lo suficientemente rígido como para no moverse o flexionarse durante la operación de refrentado, y lo suficientemente grande como para acomodar el espécimen a ser refrentado y el material de azufre, sin derramarse (véase Nota 11) Llenar el molde a una profundidad de 6 mm con el compuesto de azufre caliente. Poner rápidamente en contacto la superficie del espécimen con el líquido, cogiéndolo de manera que su eje esté en ángulo recto respecto a la superficie del líquido, para lograr una capa resultante que cumpla con los requisitos de 8.4.

NOTA 11: Se ha encontrado que el uso de cuñas barras de acero de 25 mm, es adecuado para formar este tipo de molde de refrentado.

8.2.2.7 No agitar el espécimen hasta que el compuesto de azufre se solidifique y enfríe.

8.3 Una vez que las capas se hayan solidificado, y enfriados, en el caso del refrentado con azufre, separar el espécimen de las planchas de refrentado o de vidrio fundido, de tal manera que se prevengan los daños de las capas y los especímenes.

8.4 Las capas deberán ser perpendiculares al eje vertical del espécimen en un intervalo de 2mm en 200 mm. Las superficies de las capas deberán ser planas en un intervalo de 0,075 mm en 400mm.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.635
9 de 10

8.5 El espesor promedio de la capa no deberá ser mayor a 3 mm.

8.6 No parchar las capas. Remover las capas imperfectas y reemplazarlas por unas nuevas. No ensayar los especímenes hasta que la capa haya alcanzado la resistencia deseada basándose en los ensayos de calificación. La edad de la capa deberá ser por lo menos de dos horas.

9. ANTECEDENTES

ASTM C 1552-2009 Standard Practice for Capping Concrete Masonry Units, Related Units and Masonry Prisms for compression Testing

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.635
9 de 10

8.5 El espesor promedio de la capa no deberá ser mayor a 3 mm.

8.6 No parchar las capas. Remover las capas imperfectas y reemplazarlas por unas nuevas. No ensayar los especímenes hasta que la capa haya alcanzado la resistencia deseada basándose en los ensayos de calificación. La edad de la capa deberá ser por lo menos de dos horas.

9. ANTECEDENTES

ASTM C 1552:2009 Standard Practice for Capping Concrete Masonry Units, Related Units and Masonry Prisms for compression Testing

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.635
10 de 10

ANEXO

(INFORMATIVO)

XI. MATERIALES DE REFRENTADO CON YESO DE ALTA RESISTENCIA

XI.1 Los materiales de refrentado con yeso de alta resistencia se han usado satisfactoriamente en muchos productos de concreto, especialmente los productos de concreto para albañilería. Actualmente los materiales de yeso se requieren para refrentar unidades de pavimentación de concreto, de acuerdo con los métodos de ensayo 339.604.

XI.2 Un factor importante en la producción de capas de yeso de alta calidad es el uso de una relación agua:cemento que produzca un material lo suficientemente fluido para extenderse, de manera que sea lo suficientemente viscoso para permitir que las unidades que están siendo refrentadas formen una capa delgada consistente, al ser presionadas hacia abajo.

XI.2.1 En relación a la propiedad reológica antes mencionada, los materiales apropiados de yeso de alta resistencia, deberían proporcionar una gama de viscosidades a medida que la relación agua:cemento se eleve o disminuya. Como tal, producir capas delgadas de consistencia deseada, para productos más grandes y pesados, como prismas de albañilería, pueden requerir de una relación menor de agua:cemento, para lograr un material más viscoso; en tanto que para unidades más pequeñas y ligeras, como las unidades de pavimentación de concreto, pueden requerir de una relación mayor de agua:cemento para lograr un material menos viscoso.

XI.3 Los materiales apropiados de yeso de alta resistencia también deberían proporcionar un tiempo de trabajo suficiente como para permitir que el material sea extendido en la plancha de refrentado y no se endurezca antes que las unidades sean colocadas en el material.

XI.4 Materiales de yeso de alta resistencia que han resultado exitosos en su utilización, incluyen Hydro-stone, Gypsum y Denscal (marcas comerciales). Otros materiales adecuados pueden estar también disponibles.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.

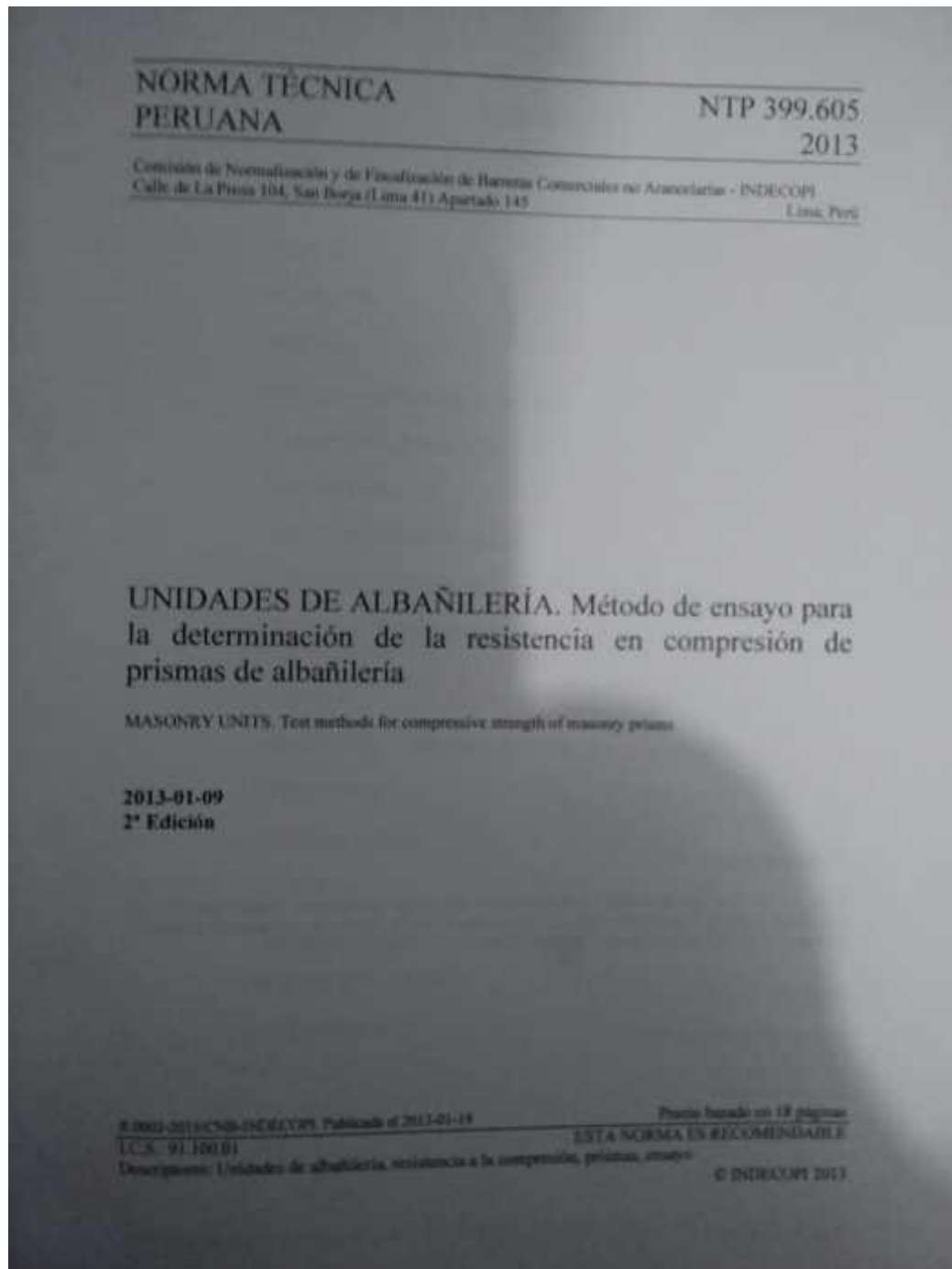


Anexo 8

Norma técnica peruana 399.605 - 2013

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



	página
ÍNDICE	i
PREFACIO	ii
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. CAMPO DE APLICACIÓN	2
4. DEFINICIONES	2
5. CONDICIONES GENERALES	3
6. CONSTRUCCIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	3
7. OBTENCIÓN Y TRANSPORTE DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	8
8. CURADO	8
9. MEDICIONES Y DETERMINACIÓN DEL ÁREA NETA	9
10. REFRENTADO	11
11. PROCEDIMIENTO	11
12. CÁLCULOS	13
13. INFORME	14
14. PRECISIÓN Y SESGO	17
15. ANTECEDENTES	17

ii

© INDECOPI 2017 - Todos los derechos son reservados.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Unidades de albañilería, mediante el Sistema 2.º Ordinario, durante los meses de agosto del 2011 a mayo del 2012, utilizando como antecedentes a los documentos que se mencionan en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Unidades de albañilería, presentó a la Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias -CNB-, con fecha 2012-08-07, el PNT 399.605:2012, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2012-11-08. No habiéndose presentado observaciones fue oficializada como Norma Técnica Peruana NTP 399.605:2013 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. 2ª Edición, el 19 de enero de 2013.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 399.605:2003. La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	Universidad Nacional de Ingeniería- Laboratorio de Ensayos de Materiales
Presidente	Isabel Mocosí Nakata-Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ingeniería Civil
Secretario	Ana Torre Carrillo

© INTRACOP 2013 - Todos los derechos son reservados

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



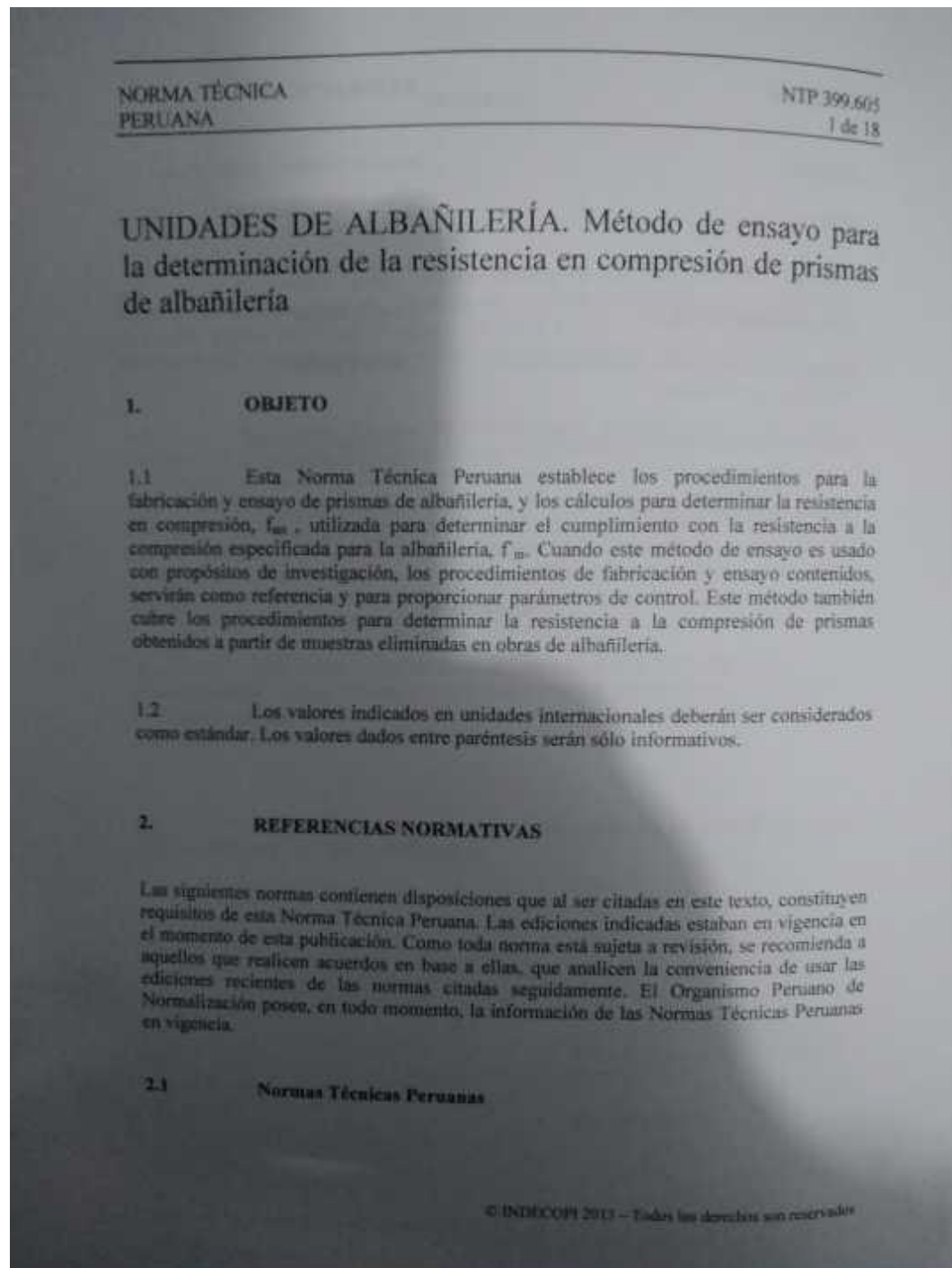
ENTIDAD	REPRESENTANTE
ASOCEM	Manuel Gonzales de la Cotera
SENCICO	Vanna Guffanti
Cementos Pacasmayo S.A.A.	Rosaura Vasquez
Unión de Concretas S.A.	Miguel Atauje
Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción	Carlos Carbujal
Pontificia Universidad Católica del Perú	Francisco Ginocchio Gladys Villagarcía
Universidad Ricardo Palma	Enriqueta Pereyra Liliana Chavarria

---oooOooo---

© INDECOP 2013 - Todos los derechos son reservados

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.

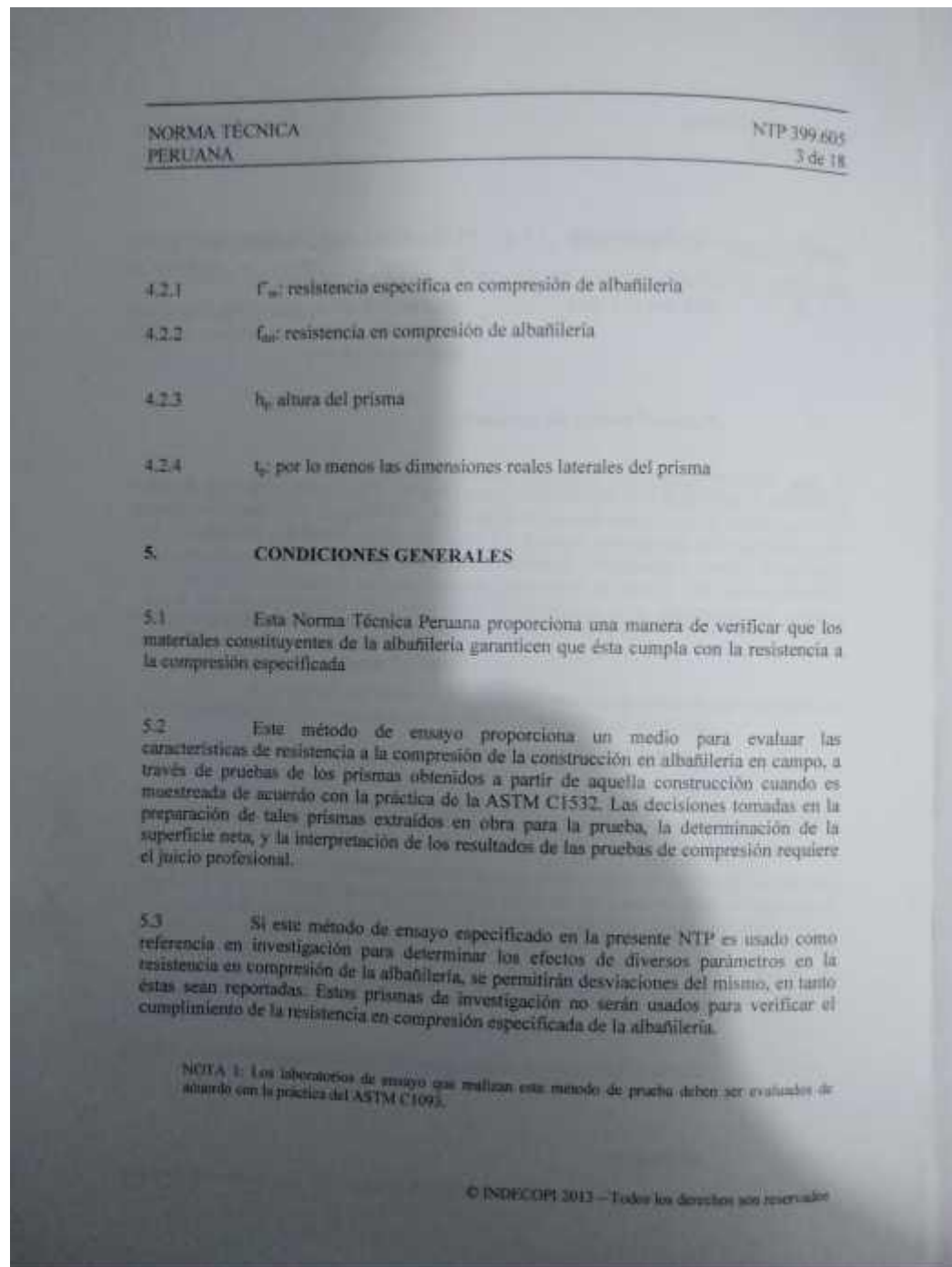


NORMA TÉCNICA PERUANA		NTP 399.605 2 de 18
2.1.2	NTP 399.604:2002	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto
2.1.3	NTP 399.613:2005	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería
2.2	Normas Técnicas de Asociación	
2.2.1	ASTM C 1532/C1532M-12	Standard Practice for Selection, Removal, and Shipment of Manufactured Masonry Units and Masonry Specimens from Existing Construction
2.2.2	ASTM C 1587:2009	Standard Practice for Preparation of Field Removed Manufactured Masonry Units and Masonry Specimens for Testing
3.	CAMPO DE APLICACIÓN	
Esta Norma Técnica Peruana se aplica en la construcción de prismas de albañilería y para efectuar el ensayo de compresión de los mismos.		
4.	DEFINICIONES	
Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:		
4.1	muestra:	Una muestra consiste de por lo menos tres prismas contruidos del mismo material y ensayados a la misma edad.
4.2	anotaciones:	

© INDECOPI 2013 - Todos los derechos son reservados

“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.605
4 de 18

6. CONSTRUCCIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

6.1 Se construirán los prismas con unidades representativas de aquellas usadas en la construcción. Si las unidades tienen pestañas, estrías o nervaduras que se proyecten 12.5 mm o más de la superficie de la unidad, se removerán esas salientes mediante corte con sierra. Cuando los prismas se utilizan para el control en obra de la calidad o seguridad, registrar la ubicación en la estructura que se corresponde con el conjunto de prismas construidos.

NOTA 2: Los códigos de construcción o las especificaciones de la norma pueden requerir determinar un conjunto de prismas de un metro cuadrado de construcción. Registrar la ubicación de la estructura que corresponde a un conjunto de prismas permite que los resultados de prueba se puedan atribuir a una determinada parte de la estructura.

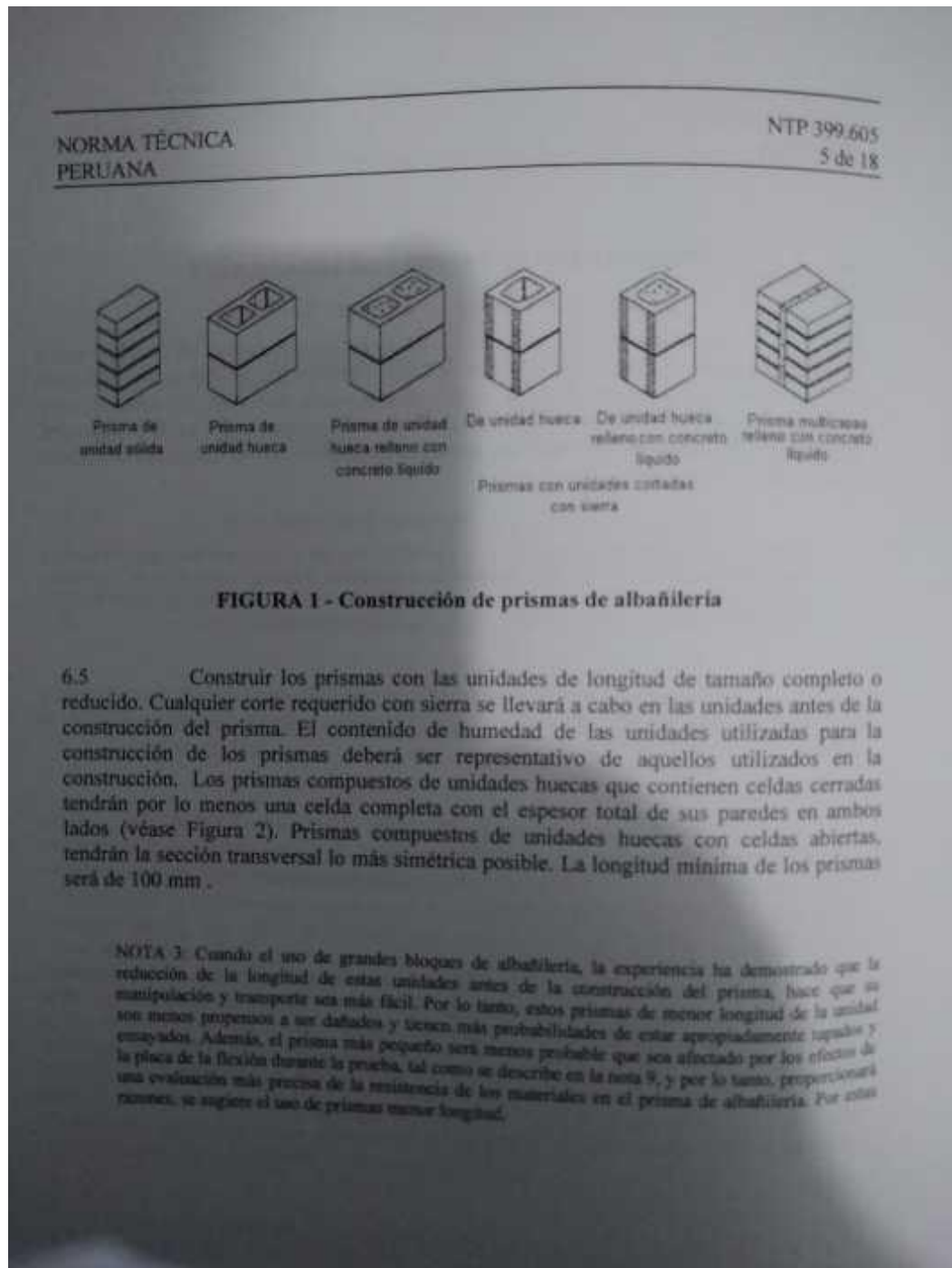
6.2 Se construirá una muestra de prismas para cada combinación de materiales y cada edad de ensayo a la cual se requiere determinar la resistencia en compresión de la albañilería.

6.3 Construir cada prisma en una bolsa abierta con humedad adecuada lo suficientemente grande como para encerrar y sellar el prisma completo. Construir los prismas en una base plana y nivelada y en un lugar donde permanecerán sin perturbaciones hasta que se transporten para su ensayo.

6.4 Se construirán los prismas como se muestra en la Figura 1, con las unidades asentadas en forma de pila (una sobre la otra). Se colocarán las unidades en el prisma en la misma posición usada en la correspondiente construcción. En el momento de la construcción del prisma, las superficies de las unidades deberán estar libres de humedad. Donde la construcción correspondiente es de multi-Wythe de albañilería con Wythes compuesto de diferentes unidades o morteros, construir prismas representativos de cada diferente Wythe y analizarlos por separado.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.605
6 de 18

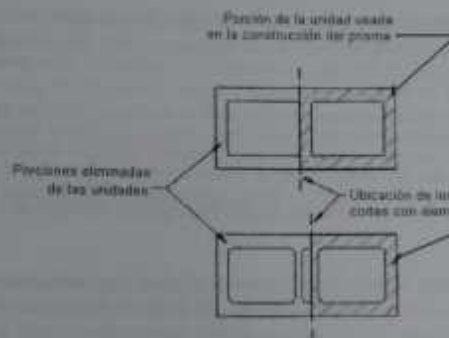


FIGURA 2 – Corte de unidades huecas antes de la construcción de prismas

6.6 Se fabricarán los prismas de albañilería con capas completas de mortero, colocando mortero en todo el perímetro y en las almas interiores de las unidades huecas. Se utilizará el espesor de junta de mortero y el método de posicionar y alinear la unidad que sean representativos de la correspondiente construcción. Usar las juntas de mortero que se cortan al ras. En los prismas que serán llenados con concreto líquido, se deberán remover las rebabas de mortero que sobresalgan dentro del espacio a ser llenado con el concreto líquido.

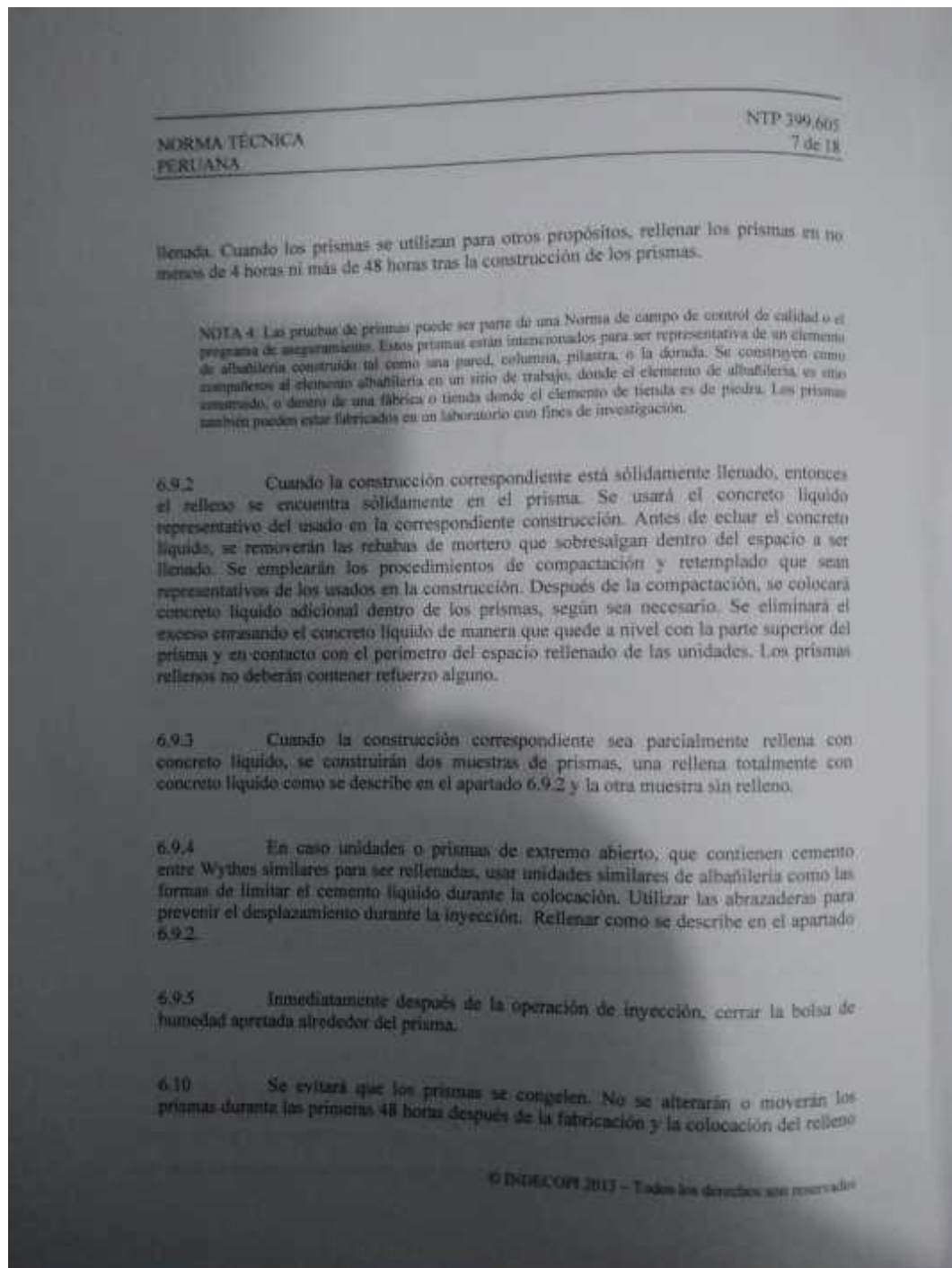
6.7 Se fabricarán los prismas con una altura mínima de dos unidades, con una relación alto - espesor, h_p/t_p , entre 1,3 y 5,0.

6.8 Inmediatamente después de la construcción del prisma, sellar la bolsa ajustándola para mantener la humedad alrededor del prisma.

6.9 Prismas con concreto líquido

6.9.1 Cuando los prismas se utilizan para el control calidad de la obra o seguridad, los prismas construidos durante el mismo momento que el correspondiente a la construcción, y prismas de mortero cuando la construcción correspondiente está siendo

© INDECOPI 2015 - Todos los derechos son reservados



“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.605
8 de 18

con concreto líquido. Mantener los prismas en las bolsas de humedad apretadas hasta 48 horas antes del ensayo.

6.11 Almacenar indicando la temperatura máxima y mínima con la muestra y registrar las temperaturas máxima y mínima experimentada durante las primeras 48 h del período.

7. OBTENCIÓN Y TRANSPORTE DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

7.1 Para la eliminación de las muestras de la obra de albañilería, seleccionar y eliminar las muestras de acuerdo con la práctica del C1532.

7.2 Antes de transportar los prismas construidos y la remoción de los especímenes de la obra de albañilería, se amarrará o zunchará cada prisma o espécimen para prevenir daños durante la manipulación y el transporte. Los prismas y especímenes deben ser asegurados para evitar sacudidas, de rebote, o vuelco durante el transporte.

7.3 Transportar los prismas y las muestras de albañilería, de acuerdo con la práctica del ASTM C1532.

7.4 Para eliminar las muestras de la obra de albañilería, después de que los especímenes han sido transportados al laboratorio, obtener prismas de los especímenes de albañilería utilizando los procedimientos descritos en la práctica ASTM C1587.

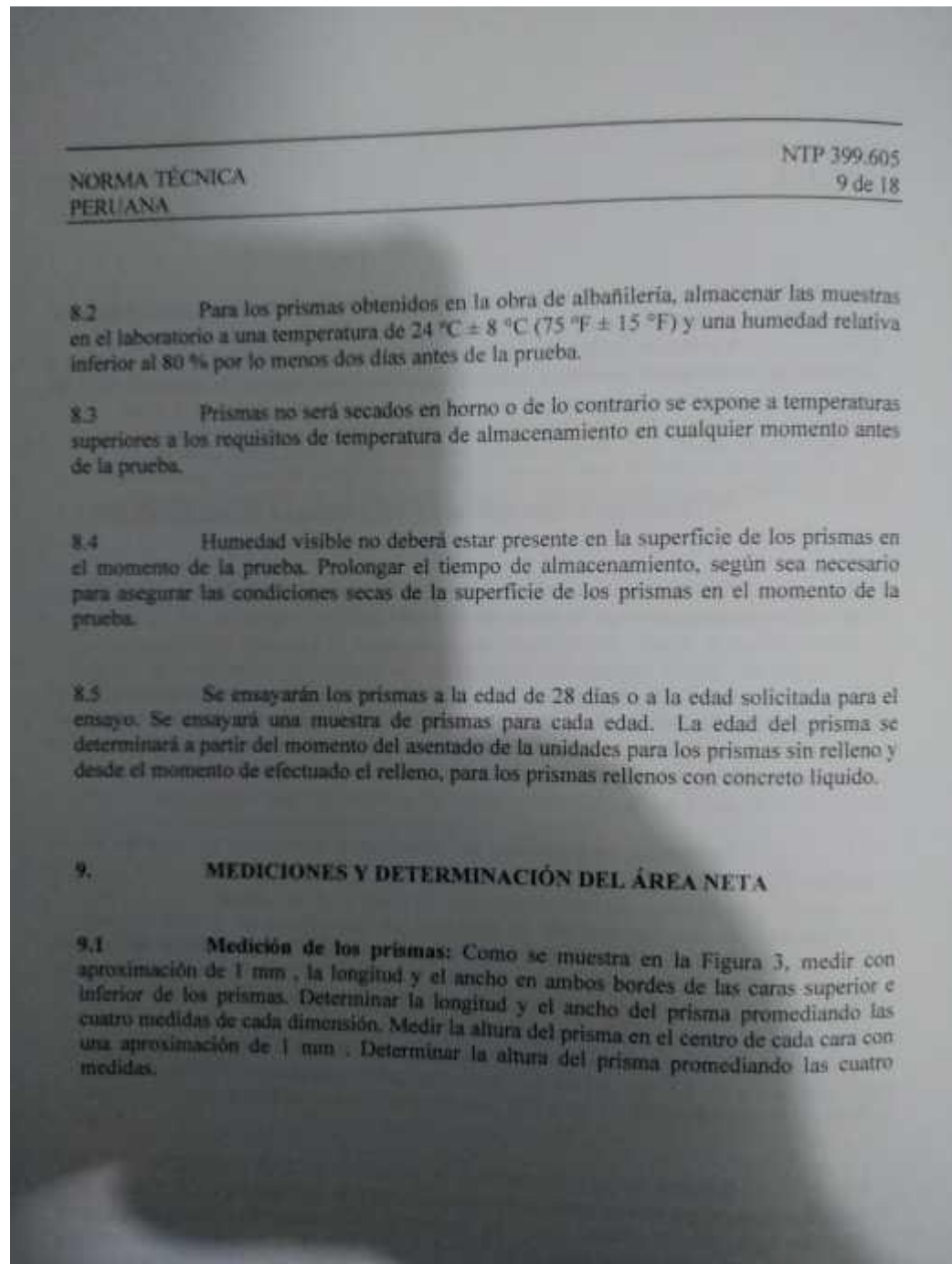
8. CURADO

8.1 Después de las primeras 48 h de curado de prismas construidos, mantener los prismas en bolsas en una zona con una temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($75\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 15\text{ }^{\circ}\text{F}$). Dos días antes de la prueba, retire las bolsas de humedad apretada y continuar el almacenamiento a una temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($75\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 15\text{ }^{\circ}\text{F}$) y una humedad relativa inferior al 80 %.

© INDECOPI 2013 - Todos los derechos son reservados

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.





NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.605
10 de 18

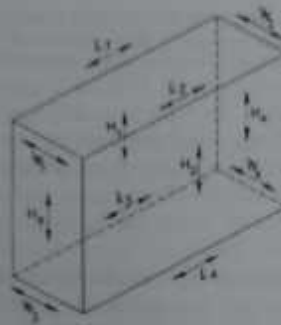


FIGURA 3 – Ubicación de las mediciones en el prisma

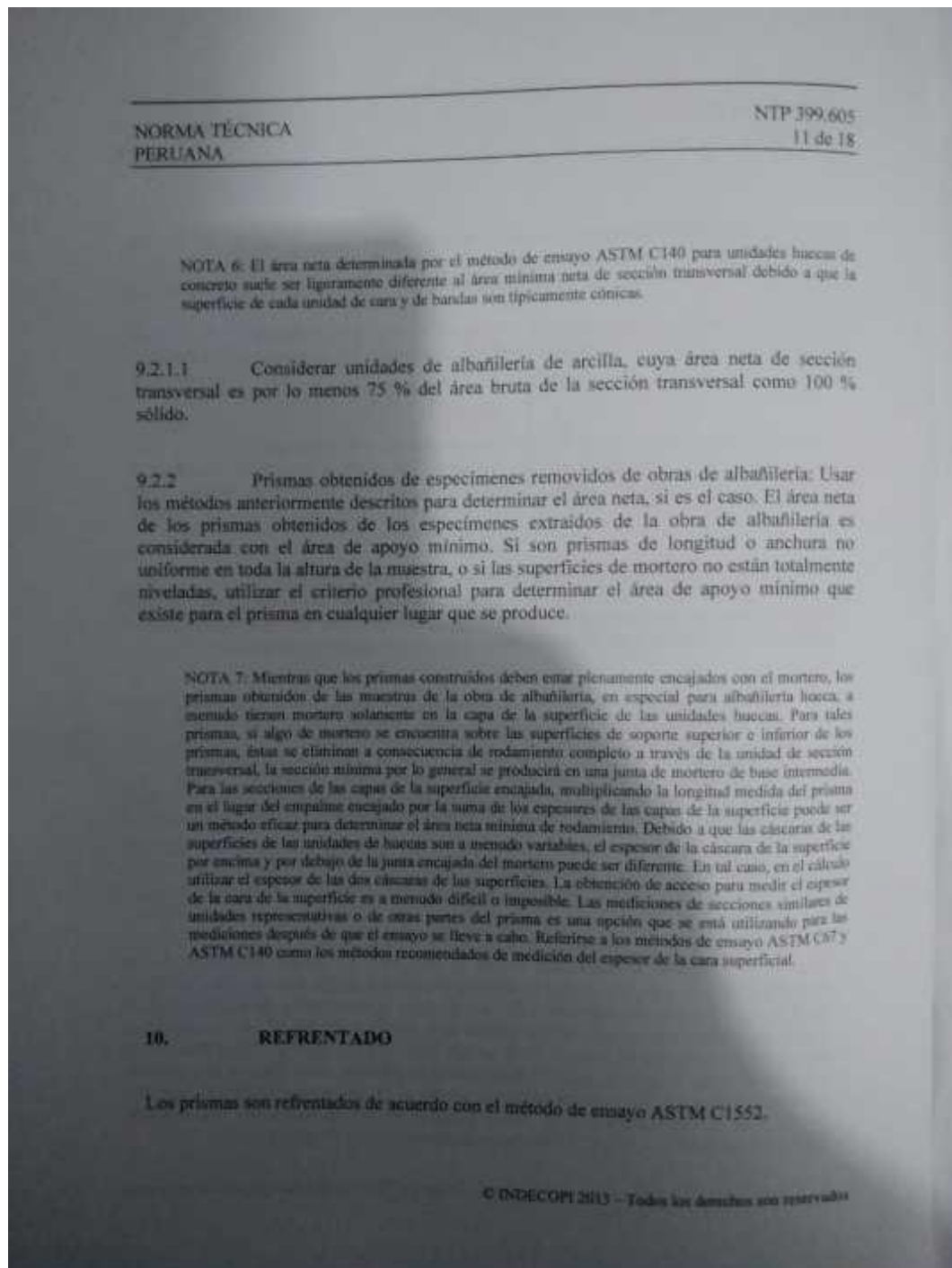
9.1.1 Para prismas obtenidos de los especímenes extraídos de la obra de albañilería realizar mediciones adicionales tantas como sean necesarias para documentar la condición y las dimensiones del espécimen.

NOTA 5: Los prismas obtenidos de los especímenes extraídos de la obra de albañilería tendrán diferentes tamaños, formas y configuraciones. Estas variaciones son el resultado de diferentes sistemas de unión, morteros o prácticas de unión, la presencia de refuerzos y otros accesorios, junto con la albañilería, y de las técnicas utilizadas para extraer las muestras de los montajes de la pared. Estas variaciones pueden crear dimensiones no uniformes del prisma a lo largo de su longitud o en su sección transversal. Como tal, las medidas adicionales se requieren a menudo para documentar adecuadamente la condición del prisma y de comunicar esta condición a los lectores del informe de ensayo.

9.2 Área neta de la sección transversal:

9.2.1 **Prismas contruidos:** Tomar el área neta de sección transversal de los prismas sin relleno como en el área de sección transversal de las unidades de albañilería, determinada mediante la medición o de una muestra representativa de las unidades de ensayo, de acuerdo con los métodos de prueba de la norma NTP 399.604 de albañilería de concreto y los métodos de ensayo de la norma NTP 399.613 para arcilla cocida. Si las unidades de corte se utilizan para la construcción de prismas, determinar el área neta de sección transversal de las unidades de recorte adicional de una manera similar. Determinar el área neta de sección transversal de los prismas totalmente rellenos con concreto líquido, multiplicando la longitud y el ancho del prisma (véase el apartado 9.1).

© INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados





NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.605
12 de 18

11. PROCEDIMIENTO

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

11.1.1 Cuando el área de soporte de la placa superior o inferior de la platina no es suficiente para cubrir el área de la muestra, una placa de acero de un solo cojinete, con un espesor de al menos igual a la distancia desde el borde del plato a la esquina más lejana de la muestra se colocará entre la placa y la muestra refrentada. La longitud y el ancho de la placa de acero debe ser al menos 6 mm mayor que la longitud y el ancho de los prismas.

11.1.2 Las superficies de la platina o placa destinada para estar en contacto con la muestra deberán tener una dureza no inferior a 60 HRC (BHN 620). Las superficies de la placa y la muestra no se deben apartar de las superficies planas en más de 0,03 mm en cualquier dimensión de 150 mm.

NOTA 8: La investigación ha demostrado que el espesor de las placas de apoyo tiene un efecto significativo en pruebas de la fuerza de compresión de los prismas de albañilería, cuando el área de soporte de la placa no es suficiente para cubrir el área del espécimen. La placa de flexión da como resultado una distribución de la tensión no uniforme que puede influir en los mecanismos de fallo de los especímenes analizados. La magnitud de este efecto es controlada por la rigidez de la placa, el tamaño del espécimen analizado, y la fuerza del espécimen. Probada la resistencia a la compresión, por lo general se incrementará con el aumento de espesor de la placa y con una distancia reducida hasta la esquina más alejada del espécimen. Algunos laboratorios de pruebas tienen limitaciones en el tamaño de la máquina que limitan la viabilidad de la eliminación de la placa de flexión por completo. Por lo tanto, los requisitos de espesor de la placa en el apartado 11.1 están destinados a proporcionar un nivel adecuado de exactitud en los resultados de la compresión del ensayo con el fin de ajustarse a los límites de la viabilidad de las pruebas de laboratorio.

11.2 Colocación del prisma en la máquina de ensayo: Limpiar las caras de carga de los platos de la máquina, las placas de apoyo y el prisma de ensayo. Colocar el prisma de ensayo sobre el plato de carga inferior o placa de apoyo. Alinear ambos ejes

© INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.605
13 de 18

centroidales del espécimen con el centro de aplicación de carga de la máquina. Mientras el plato superior esférico o placa se acerca para apoyarse sobre el prisma, se rotará la porción móvil de la platina superior suavemente con las manos, para obtener un apoyo uniforme.

11.3 Carga:

11.3.1 Para prismas contruidos, aplicar una carga inicial al prisma de la mitad de la carga total esperada. Aplicar la carga remanente a una tasa uniforme en no menos que 1 y no más de 2 minutos.

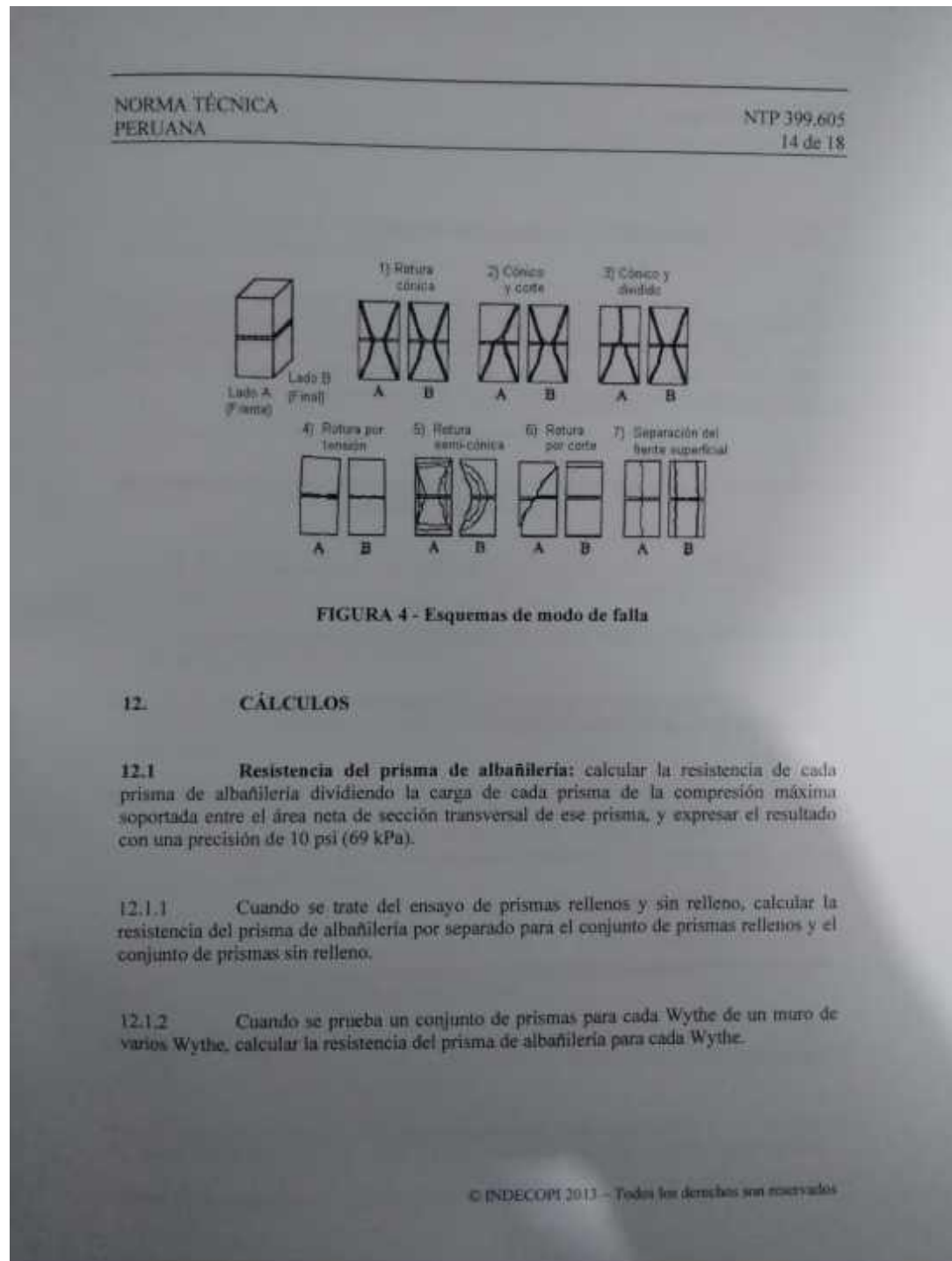
11.3.2 Para prismas obtenidos de especimenes de la obra de albañilería, aplicar una carga inicial a los prismas de un cuarto de la carga esperada. Aplicar la carga remanente a una tasa uniforme en no menos de 2 y no más de 4 minutos.

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

11.3.4 **Observaciones:** Describir el modo de falla tan extensamente como sea posible, o ilustrar, o ambos, los patrones de grieta, y despostillamiento en un esquema o fotografía. Tenga en cuenta si el hecho se produjo en un lado o uno de los extremos del prisma antes de la fractura de la parte contraria o al final del prisma. Identificar el modo de fallo utilizando la Figura. 4.

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.





NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.605
15 de 18

12.2 Resistencia a la compresión de albañilería

12.2.1 Se calculará para cada prisma la relación h_p/t_p entre la altura (h_p) y la menor dimensión lateral (t_p) de ese prisma. Se determinará el factor de corrección de la Tabla 1. Para valores de h_p/t_p intermedios, el factor de corrección se calculará mediante interpolación lineal de los valores de la Tabla 1. Determinar el factor de corrección correspondiente por interpolación lineal entre los valores dados.

TABLA 1 - Factores de corrección altura/espesor para la resistencia en compresión de prismas de albañilería

h_p/t_p^a	1,3	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Factor de corrección	0,75	0,86	1,0	1,04	1,07	1,15	1,22

^a h_p/t_p Relación de la altura del prisma y las medidas menores laterales del prisma

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

12.2.3 Calcular la resistencia a la compresión de albañilería, f_{m0} , para cada conjunto de prismas promediando los valores obtenidos.

13. INFORME

13.1 Para prismas de construcción, reportar la siguiente información:

13.1.1 Nombre de los responsables de la construcción del prisma, del transporte y las pruebas.

13.1.2 Identificación de cada prisma ensayado y descripción del mismo incluyendo dimensiones: ancho, altura y longitud, relación h_p/t_p , tipo de mortero y unidad de

© INDECOP 2013 - Todos los derechos son reservados

"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.605
16 de 18

albañilería usada en la construcción. Para el caso de prismas rellenos, se incluirá la dosificación del concreto líquido.

13.1.3 Para el control de calidad o aseguramiento en campo, la ubicación de la estructura que corresponda a los prismas como son registrados en el apartado 6.1.

13.1.4 La temperatura máxima y mínima experimentada por el prisma durante las primeras 48 horas luego de la construcción y relleno.

13.1.5 Edad del prisma al momento del ensayo.

13.1.6 Carga máxima en compresión soportada por cada prisma en N (kgf).

13.1.7 Área neta de la sección transversal de cada prisma en milímetros cuadrados y el método usado para calcular el área.

13.1.8 Observaciones durante el ensayo para cada prisma de acuerdo con el apartado 11.4.

13.1.9 Diámetro de compresión de la máquina de cabeza esférica (o el diámetro proyectada si es aplicable), espesor de la placa de rodamiento superior requerimiento basado en función del tamaño del espécimen analizado, y el espesor de la placa de rodamiento superior utilizado.

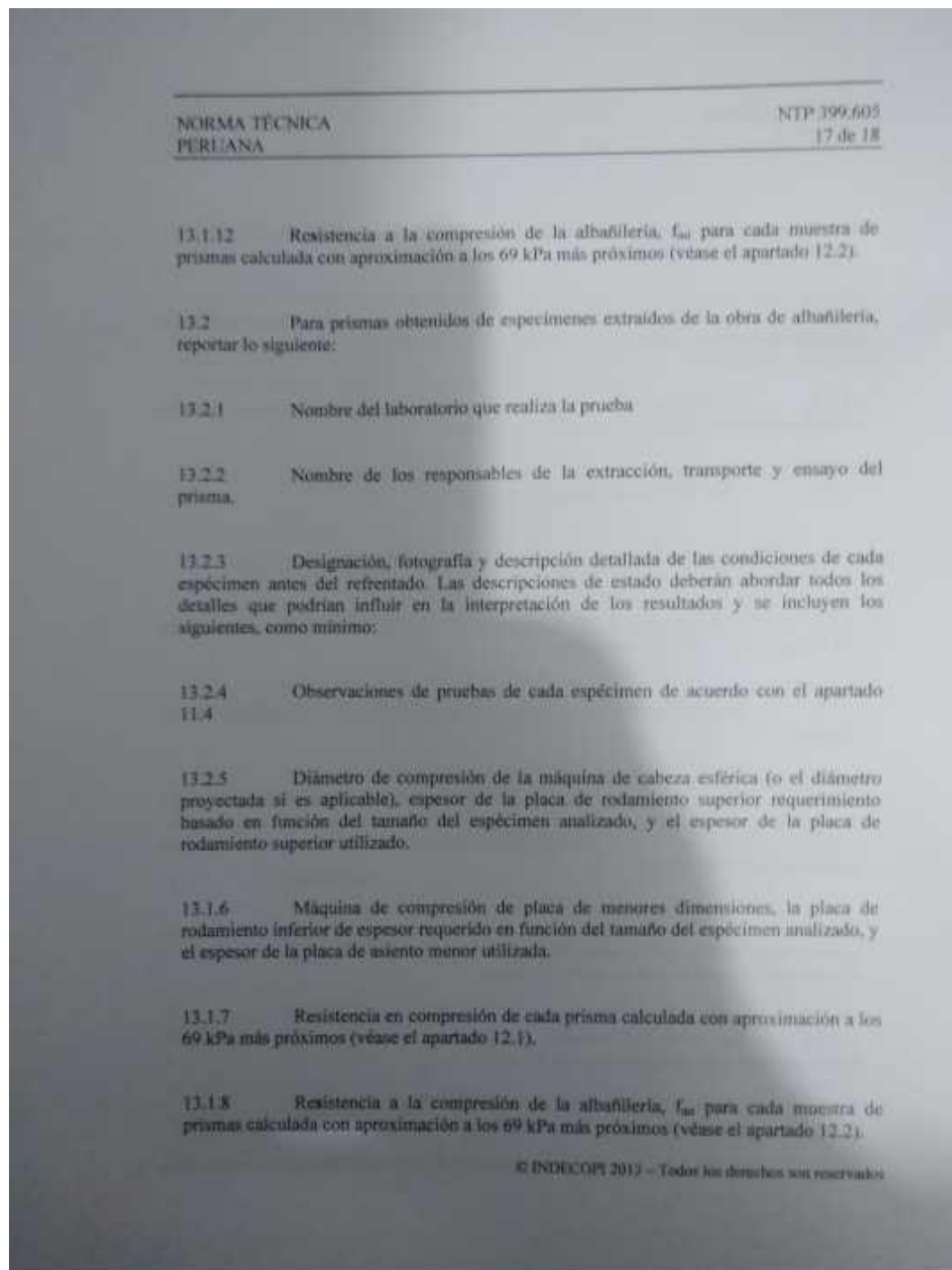
13.1.10 Máquina de compresión de placa de menores dimensiones, la placa de rodamiento inferior de espesor requerido en función del tamaño del espécimen analizado, y el espesor de la placa de asiento menor utilizada.

13.1.11 Resistencia en compresión de cada prisma calculada con aproximación a los 69 kPa más próximos (véase el apartado 12.1).

© INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

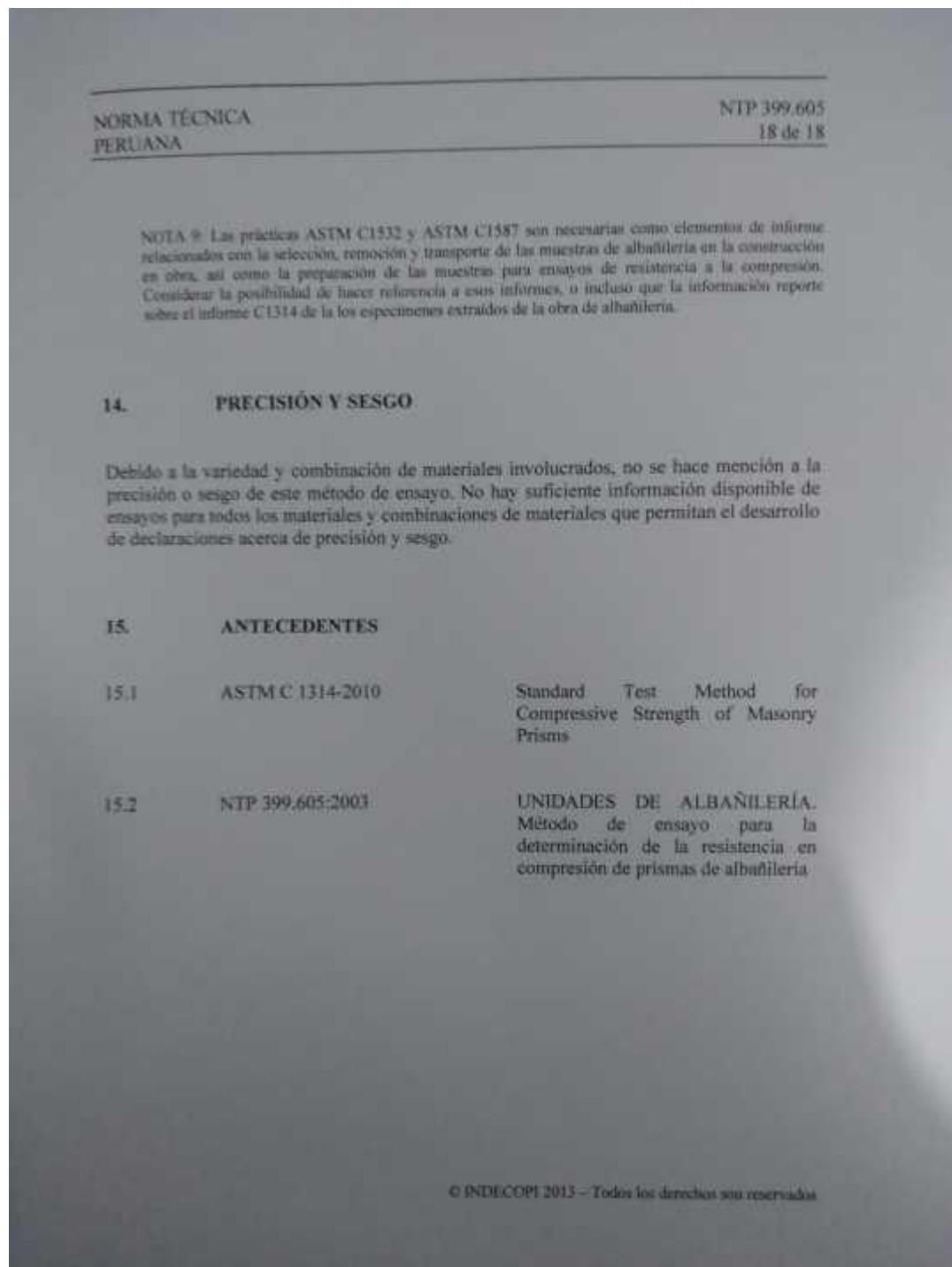
"COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO"

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.



“COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ, DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SEMI INDUSTRIAL Y ARTESANAL, EN LA CIUDAD DE HUANUCO”

Bachilleres de Ing. Civil:
Samaniel Juanito Falcon Pardave.
Noe Respaldiza Munguia.