

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

TESIS

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE
ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN LA CIUDAD
DE HUÁNUCO DURANTE EL AÑO 2017.
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

TESISTA

Bach. RÍOS VÁSQUEZ, Freddy Wilson

ASESOR

Ing. DÁVILA HERRERA, Percy Mello

HUÁNUCO – PERÚ
2018



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
http://www.udh.edu.pe

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17.00 horas del día 13 del mes de JUNIO del año 2018, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

JOSE LUIS VILLANUEVA QUIJANO (Presidente)
JOSE CHORQUEVILCA CHINGUEL (Secretario)
ARIELIA BECKETT SEBASTIAN VINCUA (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 540-2018-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada:

"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO DURANTE EL AÑO 2017",
presentado por el (la) Bachiller FREDDY WILSON RIOS VASQUEZ, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: precediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de BUENO (Art. 47)

Siendo las 18.00 horas del día 13 del mes de JUNIO del año 2018, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Presidente

Secretario

Vocal

DEDICATORIA:

Con gratitud inmensa a **WILSON MANUEL y MARIA LUISA**; mis padres, por su paciente comprensión y apoyo indesmayable e incondicional en todo momento de mi formación personal y profesional. A ELLOS DEDICO EL PRESENTE ESFUERZO; A ELLOS DEDICO TAMBIÉN, TODO MI AMOR Y GRATITUD ETERNA.

A Luiza Beatriz; mi hija, motivo de superación constante.

A Génesis Ruth, mi mujer.

AGRADECIMIENTO:

A Dios y a mis padres.

A la UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO, a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, por contribuir en mi formación profesional; a mis docentes, por formar parte del desarrollo de mi carrera.

RESUMEN

La presente tesis se desarrolló con la finalidad de describir principalmente las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de arcilla fabricados artesanalmente en la ciudad de Huánuco durante el año 2,017; específicamente en la Urbanización Santa María (zona la colectora). Primero se registró a los artesanos, luego se identificó las producciones mensuales de sus hornos, la oferta Vs la demanda de las unidades en el mercado y se empadronó; a través de un trabajo de campo se identificó y empadronó 13 ladrilleras que pertenecen al área de la zona en estudio. Luego se realizaron los ensayos de laboratorio con unidades de las 13 ladrilleras como se resume a continuación.

Ensayos de la unidad (Variación Dimensional, Absorción, Alabeo y Resistencia a la Compresión). De los resultados obtenidos se concluye que las unidades ensayadas a compresión alcanzan y superan el valor mínimo especificado en la norma E.070 vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones, siendo el promedio de la Ladrillera Chapacucte con 73.67 Kg/cm² el resultado más óptimo.

Para alcanzar los objetivos del presente estudio; éste, se sintetizó en 6 Capítulos:

En el **CAPÍTULO I**; se presenta las consideraciones de EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, el cual está compuesto por:

- Descripción del Problema.
- Formulación del Problema.
 - Problema Central.
 - Problemas Específicos.
- Objetivo del Problema.
 - Objetivo General.
 - Objetivos Específicos.
- Justificación e Importancia de la Investigación.
- Limitaciones de la Investigación.

- Viabilidad de la Investigación; todos estos aspectos relacionados con la unidad de albañilería fabricada artesanalmente en la ciudad de Huánuco.

En el **CAPÍTULO II**; se describe el MARCO TEÓRICO con el siguiente contenido:

- Antecedentes de la Investigación.
- Bases Teóricas.
- Definiciones Conceptuales.
- Hipótesis.
- Variables.
- Operacionalización de Variables

En el **CAPÍTULO III**; se describe el METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN como sigue:

- Tipo de Investigación.
- Población y Muestra.
- Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.
- Técnicas para el Procesamiento y Análisis de la Información.

En el **CAPÍTULO IV**; se describen los ASPECTOS ADMINISTRATIVOS de la tesis en función de los objetivos que se plantearon en el CAPÍTULO I.

En el **CAPÍTULO V**; se presenta la DISCUSIÓN DE RESULTADOS, en éste capítulo se contrastan los resultados de la investigación con respecto a las hipótesis y bases teóricas, y se dá cuenta del aporte científico de la presente Tesis (proyecto de investigación).

En el **CAPÍTULO VI**; se presentan las REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS, donde se describe la bibliografía citada en el presente proyecto.

Finalmente se presentan las conclusiones, sugerencias y anexos como parte de la estructura de la tesis que se ha elaborado.

INTRODUCCIÓN

El hábitat para los seres humanos; desde que el hombre dejó de ser nómada, se ha convertido en un reto y en una necesidad primordial, resumida en la actualidad en “el sueño de la casa propia”. Según las estadísticas de los Censos Nacionales; XII de población y VII de vivienda de 2,017, se tiene que el 36% del total de las viviendas en nuestro país son de albañilería y el 43% de adobe. Donde la gran mayoría de viviendas se encuentran dentro del primer porcentaje; siendo del tipo: albañilería confinada.

Dado que la albañilería confinada es el material de construcción de viviendas predominante en el Perú y que atiende a la clase media a baja, se elabora el presente proyecto de investigación, con la cual se podrá empezar a recolectar los conocimientos y realizar los experimentos que debe realizar nuestra alma mater; “UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO” con materiales de nuestra misma ciudad.

Las viviendas de albañilería son económicas y están al alcance de las clases sociales populares, cuya demanda está entre 2 a 5 pisos (Ing. Héctor Gallegos 1989), se tiene una ventaja económica de hasta 25% con respecto a una construcción aporricada u otro tipo.

En la región central (Departamentos de Huánuco y Huancayo); al igual que en el resto del país, los muros de albañilería confinada son construidas con unidades fabricadas en la propia región que bien podrían ser elaboradas o fabricadas por medios tradicionales o de forma artesanal. A pesar de este uso masivo, no se cuenta hasta la fecha con información suficiente o especificaciones técnicas de estas unidades de albañilería y su comportamiento estructural de este sistema constructivo, lo que conduce en la mayoría de los casos a un diseño aproximado o la incertidumbre de las opciones adoptadas. En otros casos hay una actitud de reserva, relegando este material a otros ya conocidos; procedente de lugares fuera de la región, específicamente de la capital Lima; lo que también acarrea como consecuencia la pérdida del mercado local y el desempleo de la población.

La calidad estructural de las unidades de albañilería de arcilla fabricadas en la ciudad de Huánuco (zona la colectora) se puede medir en función a las

características de las Propiedades Físicas y Mecánicas, que a su vez nos da un indicio de la calidad de la albañilería simple.

Es importante saber que la albañilería simple no solo depende de la unidad de arcilla; sino también del mortero y de la mano de obra, pero dada la envergadura de los aspectos antes mencionados, para el presente proyecto de investigación sólo nos limitaremos a la evaluación de las unidades de arcilla ya que en la ciudad de Huánuco se cuenta con la información necesaria para poder lograr nuestros objetivos.

ÍNDICE

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Descripción del Problema.....	1
1.2	Formulación del Problema.....	2
1.2.1	Problema Central.....	2
1.2.2	Problemas Específicos.....	2
1.3	Objetivos del Problema.....	3
1.3.1	Objetivo General.....	3
1.3.2	Objetivos Específicos.....	3
1.4	Justificación de la Investigación.....	4
1.5	Limitaciones de la Investigación.....	5
1.6	Viabilidad de la Investigación.....	6

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la Investigación.....	8
2.1.1	Antecedente Local.....	8
2.1.2	Antecedente Nacional.....	9
2.1.3	Antecedente Internacional.....	10
2.2	Bases Teóricas.....	11
2.3	Definiciones Conceptuales.....	12
2.4	Hipótesis.....	23
2.5	Variables.....	25
2.5.1	Variable Dependiente.....	25
2.5.2	Variable Independiente.....	25
2.6	Operacionalización de Variables.....	27

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1	Tipo de Investigación.....	28
3.1.1	Enfoque.....	28
3.1.2	Nivel de Investigación.....	28
3.1.3	Diseño.....	29
3.2	Población y Muestra.....	29
3.2.1	Población.....	29
3.2.2	Muestreo de las unidades de albañilería.....	33
3.2.3	Resumen.....	35
3.3	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	36
3.3.1	Instrumentos de recolección de datos para el ensayo de Variación Dimensional de las unidades de albañilería.....	36
3.3.2	Instrumentos de recolección de datos para el ensayo de Absorción de las unidades de albañilería.....	38
3.3.3	Instrumentos de recolección de datos para el ensayo de Alabeo de las unidades de albañilería.....	39
3.3.4	Instrumentos de recolección de datos para el ensayo de Resistencia a la Compresión de las unidades de albañilería.....	40
3.4	Técnicas para el Procesamiento y Análisis de la Información.....	40
3.4.1	Técnicas de recolección, presentación y análisis de datos.....	40

CAPÍTULO IV

4. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

4.1	Cronograma de Actividades (Diagrama Gantt)	42
4.2	Presupuesto.....	42
4.2.1	Recursos Humanos.....	42
4.2.2	Recursos Materiales.....	42
4.2.3	Recursos Financieros.....	43
4.3	Presentación de los Resultados del Trabajo de Laboratorio.....	44
4.3.1	Ensayo de Variación Dimensional.....	44
4.3.2	Ensayo de Absorción.....	47
4.3.3	Ensayo de Alabeo.....	50
4.3.4	Ensayo de Resistencia a la Compresión.....	53

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1	Contrastación de los Resultados del Trabajo de Laboratorio con los referentes bibliográficos de las Bases Teóricas.....	58
5.1.1	Resultado Final del Ensayo de Variación Dimensional.....	58
5.1.2	Resultado Final del Ensayo de Absorción.....	60
5.1.3	Resultado Final del Ensayo de Alabeo.....	62
5.1.4	Resultado Final del Ensayo de Resistencia a la compresión.....	65
5.2	Contrastación de la Hipótesis General.....	68
5.3	Aporte Científico de la Investigación.....	68

CAPÍTULO VI

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6.1	Bibliografía.....	70
-----	-------------------	----

CONCLUSIONES.....	72
--------------------------	-----------

RECOMENDACIONES.....	74
-----------------------------	-----------

ANEXOS

- Resolución de Aprobación del Proyecto de Trabajo de Investigación (Anexo A).
- Resolución de Nombramiento de Asesor (Anexo B).
- Cronograma de Actividades (Anexo C).
- Matriz de consistencia (Anexo D).
- Operacionalización de Variables (Anexo E).
- Resultado de laboratorio; Ensayo Variación Dimensional – Ladrillera Chapacuate (Anexo F).
- Resultado de laboratorio; Ensayo Variación Dimensional – Ladrillera El Salvador (Anexo G).
- Resultado de laboratorio; Ensayo Variación Dimensional – Ladrillera Trujillo (Anexo H).
- Resultado de laboratorio; Ensayo Absorción – Ladrillera Chapacuate (Anexo I).
- Resultado de laboratorio; Ensayo Absorción – Ladrillera El Salvador (Anexo J).
- Resultado de laboratorio; Ensayo Absorción – Ladrillera Trujillo (Anexo K).
- Resultado de laboratorio; Ensayo Alabeo – Ladrillera Chapacuate (Anexo L).
- Resultado de laboratorio; Ensayo Alabeo – Ladrillera El Salvador (Anexo M).
- Resultado de laboratorio; Ensayo Alabeo – Ladrillera Trujillo (Anexo N).
- Resultado de laboratorio; Ensayo Resistencia a la Compresión – Ladrillera Chapacuate (Anexo O).
- Resultado de laboratorio; Ensayo Resistencia a la Compresión – Ladrillera El Salvador (Anexo P).

- Resultado de laboratorio; Ensayo Resistencia a la Compresión – Ladrillera Trujillo (Anexo Q).
- Norma E. 070 (Anexo R).
- Norma Técnica Peruana N.T.P. 399.613 (Anexo S).
- Panel Fotográfico (Anexo T).

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del Problema

Según las estadísticas de los Censos Nacionales XII de población y VII de vivienda de 2,017 se tiene que el 36% del total de las viviendas en nuestro país son de albañilería y el 43% de adobe. Dentro de la primera la gran mayoría son de albañilería confinada.

En la ciudad de Huánuco al igual que en el resto del país, los muros de albañilería confinada son construidos con unidades de arcilla; fabricadas en su gran mayoría en la propia ciudad (específicamente en la zona de la vía colectora), que son elaboradas por métodos tradicionales y de forma artesanal.

A pesar de este uso masivo por la mayoría de la población huanuqueña, no se cuenta hasta la fecha con información básica sobre las características estructurales (Propiedades Físicas y Propiedades Mecánicas) de estas unidades de albañilería ni el comportamiento estructural de este sistema constructivo; lo que conduce en la mayoría de los casos a un diseño aproximado a la incertidumbre de las soluciones adoptadas. En otros casos hay una actitud de reserva, prefiriendo dejar de lado éste material por otros ya conocidos o de renombre de la ciudad capital Lima, lo que acarrea como consecuencia la pérdida económica en el mercado local y el desempleo de la población de la zona.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema Central

- ¿Las Propiedades Físicas y Mecánicas de las unidades de albañilería de arcilla, fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco durante el año 2017, cumplen con los requerimientos de la Norma E.070 de Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿La Variación Dimensional de las unidades de albañilería de arcilla fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco durante el año 2017 cumple con los requerimientos de la Norma E.070 de Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones de nuestro país?

- ¿La Absorción de las unidades de albañilería de arcilla fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco durante el año 2017 cumple con los requerimientos de la Norma E.070 de Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones de nuestro país?

- ¿El Alabeo de las unidades de albañilería de arcilla fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco durante el año 2017 cumple con los requerimientos de la Norma E.070 de Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones de nuestro país?

- ¿La resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de arcilla fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco durante el año 2017 cumple con los requerimientos de la Norma E.070 de Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones en nuestro país?

1.3 Objetivos del Problema

1.3.1 Objetivo General

- Evaluar las Propiedades Físicas y Mecánicas de las unidades de albañilería de arcilla fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco durante el año 2017.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la Variación Dimensional de las unidades de albañilería de arcilla (ladrillos) fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco durante el año 2017.
- Determinar la Absorción de las unidades de albañilería de arcilla (ladrillos) fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco durante el año 2017.
- Determinar el Alabeo de las unidades de albañilería de arcilla (ladrillos) fabricadas artesanalmente en la ciudad de
- Determinar la Resistencia a la Compresión de las unidades de albañilería de arcilla (ladrillos) fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco durante el año 2017.

1.4 Justificación de la Investigación.

El departamento de Huánuco se encuentra ubicada en una zona de actividad sísmica intermedia (zona 2, según la NTE E.030), existiendo gran cantidad de edificaciones de albañilería, construidas en su mayoría con unidades de arcilla (de hasta 5 pisos) lo que hace que éstas sean vulnerables a los efectos sísmicos. Asimismo, existe la necesidad de conocer las Propiedades Físicas y Mecánicas de este material que es utilizado en la región, con la finalidad de conocer su comportamiento estructural y planear soluciones más acertadas.

Otra característica a considerar, es conocer las técnicas constructivas, ya que se ha demostrado con evidencias que las edificaciones de albañilería tienen un mal proceso constructivo; cuando no cuentan con un asesoramiento técnico como las edificaciones denominadas autoconstruidas, tal como son la gran mayoría de edificaciones urbanas construidas en el departamento de Huánuco, que sumada a las condiciones del suelo y a la falta de control de calidad de los materiales (unidades de arcilla artesanal) hacen que las edificaciones de ladrillo tengan problemas estructurales a lo largo de su vida útil; como por ejemplo, rajaduras, problemas de concepción estructural, etc. Como consecuencia de ello se desarrolla el presente estudio de las unidades de albañilería producidas en la ciudad de Huánuco, específicamente en la Urbanización Santa María (zona la colectora), en este proyecto de investigación denominado: “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO (ZONA LA COLECTORA) DURANTE EL AÑO 2017”

1.5 Limitaciones de la Investigación

- Los ensayos que se desarrollaron en el presente estudio son: Variación Dimensional, Absorción, Alabeo y la Resistencia a la Compresión, y se analizaron en los laboratorios de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán “UNHEVAL” (el ensayo de Resistencia a la Compresión) y en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales “GEO ELUNI E.I.R.L” (los ensayos de Variación Dimensional, Absorción y Alabeo). Para el ensayo de la Resistencia a la Compresión se tuvieron que utilizar equipos como: Horno en 110°C (24 horas) y Super “L” Testing Machine (Marca: TINIUS OLSEN) para poder llegar a la carga última con el cual falla la unidad; siendo éste equipo el más adecuado para éste tipo de ensayos, obteniéndose valores confiables.

- Para determinar la calidad estructural de la albañilería simple; se depende de la calidad de sus componentes, sin embargo, debido a la envergadura que resultaría evaluar las características estructurales de otros componentes, el presente proyecto de investigación trata exclusivamente de la calidad de las unidades de albañilería de arcilla fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco.

- Hemos mencionado anteriormente que tanto el mortero como la unidad de albañilería deben tener buena calidad, entonces la albañilería también tendrá una calidad aceptable, pero también es importante saber que otro aspecto que se debe tener en cuenta para obtener una albañilería aceptable es la utilización de una buena mano de obra. Sin embargo, en el presente proyecto de investigación realizado, no se tomó en cuenta éste punto, ya que únicamente nos estamos enfocando en la evaluación de las unidades de arcilla

fabricadas en la ciudad de Huánuco por los motivos ya mencionados.

- En el presente proyecto de investigación no se tomó como punto de estudio el módulo de elasticidad, la resistencia al corte y el módulo de corte de la albañilería; los cuales miden la calidad de la unidad. Esto básicamente debido a que las características antes mencionadas dependen en un 100% de la calidad de las unidades de albañilería.

- El presente proyecto de investigación que se desarrolla está enfocado únicamente en las unidades de albañilería de arcilla fabricadas artesanalmente, mas no en las fabricadas industrialmente ya que no es de interés del presente proyecto (cabe mencionar que actualmente la mayoría de las ladrilleras cuentan con la fabricación de forma industrial y solo algunas pocas con la producción artesanal) debido a que la población no opta por una unidad de albañilería fabricada industrialmente por el precio que resulta de un costo alto para sus economía por lo que prefieren las producidas artesanalmente (además existen otras ladrilleras que producen unidades industriales; pero de bajo prestigio).

1.6 Viabilidad de la Investigación

Dada la situación de la problemática que se pretendía investigar y solucionar con la elaboración del presente proyecto de investigación, es importante saber que en la actualidad de Huánuco existen todos los mecanismos y equipos de laboratorio que se necesitan para el desarrollo del estudio de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería

de arcilla, declarándose por lo tanto, viable el presente proyecto de investigación, el cual es de gran ayuda para los profesionales de la rama de la ingeniería civil y afines.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Local

Autor: Hugo Leonardi Félix Santiago.

Título: “Unidades de Albañilería de Arcilla Cocida en Huánuco”.

Resultados:

N°	LADRILLERAS	VARIABILIDAD DIMENSIONAL			ALABEO (en mm)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (en Kg/cm ²)	DENSIDAD (en gr/cm ³)	SUCCIÓN (gr)	ABSORC. (%)	ABSORC. MAX. (%)	COEFIC. DE SATURAC.
		HASTA 10 Cm	HASTA 15 Cm	MAS DE 15 Cm							
1	ROSALES	14	9	7	2	30	1.60	57	13	13	0.88
2	ROSALES	13	6	6	2	31	1.59	68	17	18	0.91
3	CHAPACUETE	2	-4	-4	1	36	1.60	69	16	16	0.94
4	CHAPACUETE	3	4	3	1	24	1.59	68	16	23	0.69
5	MARTEL	8	7	7	1	31	1.59	73	16	17	0.86
6	MARTEL	10	5	6	1	24	1.56	42	17	21	0.92
7	PUELLES	8	5	7	2	18	1.58	34	13	18	0.77
8	CONDESUR	9	3	3	1	35	1.56	64	16	18	0.92
9	SANTA CRUZ	9	6	7	1	19	1.59	32	17	19	0.95
10	MARTIN	11	4	5	2	17	1.58	30	17	18	0.97
11	LA ESPERANZA	10	4	5	3	17	1.56	18	12	13	0.90
12	MIRAFLORES	3	6	5	2	20	1.58	43	15	17	0.96
13	CESAR	2	-1	1	1	21	1.61	26	14	16	0.86
PROMEDIO:		8	4	4	2	25	1.58	50	15	17	0.89

2.1.2 Nacional

Autor: Dionisia Rosa Aguirre Gaspar.

Título: “Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la Región Junín”.

Resumen:

Desde el año 1980 existe un esfuerzo sostenido por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), el Centro de Investigación Sísmica y Mitigación de Desastres de la Universidad Nacional de Ingeniería (CISMID - UNI) y el Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda, con el propósito de evaluar las características de la albañilería en nuestro país. Ésta propuesta tuvo su primer frente de acción en el análisis de las unidades que abastecen el mercado de Lima, tanto las fabricadas artesanalmente como las fabricadas de manera industrial.

En la Región Central, los ingenieros: Natividad Sánchez, Marcos Zapata y Hugo Granados, realizaron un estudio denominado: “ANÁLISIS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PRODUCIDAS EN HUANCAYO” (1992), allí concluyeron que las unidades clasificaban como tipo I, según los ensayos de variación dimensional, alabeo, absorción y densidad. Los ensayos de Resistencia a la Compresión f'_b fueron: 38.78 Kg/cm² (ladrillera Cajas) y 43.04 (ladrillera Palián), resultaron menores a lo especificado en la Norma de Albañilería ININVI 1982 (vigente en su momento) para unidades del tipo I; cuya RESISTENCIA MINIMA DEBIA SER 50 Kg/cm². Por lo tanto, se determinó que en esa parte del país no se cumplía con las normas mencionadas.

Este estudio fue publicado en el IX CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA CIVIL, Colegio de Ingenieros del Perú, Concejo Departamental de Ica – 1992, referente a la historia de como llego la albañilería confinada a la Región Central (Huánuco - Huancayo). Según el Lic. Adm. Villanes Ruben (1990), la fabricación de unidades de albañilería; en ésta parte del país, tendría lugar hacia el año 1945, cuando la constructora tirado (de la ciudad de Lima) tuvo a su cargo la construcción del sanatorio Olavegoya de Jauja. Para ello instaló la primera fábrica de ladrillos dirigida por el maestro de obra Ochoa, quien se casó con una jaujina y para conseguir el sustento económico de su familia continuó fabricando ladrillos. La construcción del convento Santa Rosa de Ocopa, el Hotel de Turistas de Huancayo, entre otras edificaciones importantes de entonces deben haber empleado ladrillos de esa fábrica.

2.1.3 Internacional

Autor: Norma Lissette Zea Osorio.

Título: “Caracterización de las Arcillas para la Fabricación de Ladrillos artesanales”, Guatemala Noviembre 2,005.

Resumen:

El trabajo de investigación que se presenta a continuación, contiene la evaluación de las características físicas, mecánicas y químicas de los suelos que se utilizan en la fabricación de ladrillos artesanales de la región del Tejar – Chimaltenango, teniendo como finalidad la determinación de las propiedades de las unidades de albañilería para la obtención de un producto de calidad.

Se realiza una descripción de los ensayos para determinar las características físicas y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería mediante la granulometría por sedimentación y tamices, porcentajes de absorción y ensayos a compresión para establecer las reacciones de las unidades de albañilería cocidas.

Con los datos obtenidos de esas pruebas de laboratorio; se realiza la tabulación de resultados, para proceder a clasificar las unidades de arcilla cocida en las fábricas artesanales.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Propiedades Físicas

Variación Dimensional, Absorción y Alabeo.

2.2.1.1 Variación Dimensional

La variabilidad define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta con mayores variaciones en la necesidad de aumentar el espesor de la junta de mortero por encima de lo estrictamente necesario que es de 12 a 15 mm, conduciendo esto a una albañilería menos resistente en compresión.

2.2.1.2 Absorción

La Absorción de humedad se define como la diferencia entre dos masas de ladrillo, una cuando se seca al horno y la segunda después de sumergirla en agua.

2.2.1.3 Alabeo

Viene a ser la deficiencia en la horizontalidad o verticalidad de líneas o planos en las unidades de albañilería. Pueden causar que las juntas horizontales presenten vacíos en el ancho del muro, lo que conllevaría a una menor adherencia entre el mortero y la unidad de albañilería lo que disminuiría la resistencia del muro.

Suelen existir con mayor frecuencia en ladrillos producidos de forma artesanal.

2.2.2 Propiedades Mecánicas

2.2.2.1 Resistencia a la Compresión

La resistencia a la Compresión es; por sí sola, la principal propiedad de la unidad de albañilería. Los valores altos de la resistencia a la compresión señalan una buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición. Los valores bajos; en cambio, son muestras de unidades que producirán albañilería poco resistente y poco durable.

2.3 Definiciones Conceptuales

2.3.1 Albañilería o Mampostería

Material estructural compuesto por unidades de albañilería asentadas con mortero o por unidades de albañilería apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.

2.3.2 Albañilería Armada

Se dice de la albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros de albañilería armada también se los conoce como Muro Armado.

2.3.3 Albañilería Confinada

Se dice de la albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel.

2.3.4 Albañilería No Reforzada

Se dice de la albañilería sin refuerzo (albañilería simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de esta norma.

2.3.5 Albañilería Reforzada o Albañilería Estructural

Se dice así de la albañilería armada o confinada, cuyo refuerzo cumple con las exigencias de esta norma.

2.3.6 Arriostre

Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano.

2.3.7 Borde libre

Se dice del extremo horizontal o vertical no arriostrado de un muro.

2.3.8 Concreto Líquido o Grout

Se denomina así al concreto con o sin agregado grueso y de consistencia fluida.

2.3.9 Columna

Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como funcionamiento.

2.3.10 Confinamiento

Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es proveer ductilidad un muro portante.

2.3.11 Construcciones de Albañilería

Son aquellas edificaciones cuya estructura está constituida predominantemente por muros portantes de albañilería.

2.3.12 Espesor Efectivo

Es igual al espesor del muro sin tarrajeo u otros revestimientos descontando la profundidad de bruñas y

otras indentaciones. Para el caso de los muros de albañilería armada parcialmente rellenos de concreto líquido; el espesor efectivo es igual al área neta de la sección transversal dividida entre la longitud del muro.

2.3.13 Muro Arriostrado

Son aquellos muros provistos de elementos de arriostre.

2.3.14 Muro de Arriostre

Es el muro portante transversal al muro al que provee estabilidad i resistencia lateral.

2.3.15 Muro Portante

Es aquel muro diseñado y construido de tal forma que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel a otro nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán poseer continuidad vertical.

2.3.16 Muro No Portante

Es aquel muro diseñado y construido de forma tal que solo lleva cargas provenientes de su propio peso y cargas transversales a su plano. Entre los muros no portantes podríamos mencionar los parapetos y los cercos.

2.3.17 Mortero

Viene a ser el material usado para adherir las unidades de albañilería tanto vertical como horizontalmente en la construcción de un muro.

2.3.18 Placa

Se define como un muro portante de concreto armado, diseñado de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica de Edificación E.060 de CONCRETO ARMADO del RNE.

2.3.19 Tabique

Es aquel muro no portante de carga vertical, utilizada para sub dividir ambientes o como cierre perimetral.

2.3.20 Viga Solera

Es una viga de concreto armado vaciado sobre el muro de albañilería para proveerle arriostre y confinamiento.

2.3.21 Materia Prima

2.3.21.1 Arcilla

Es el agregado mineral terroso o pétreo que contiene esencialmente silicatos de aluminio hidratados. La arcilla es plástica cuando está lo suficientemente pulverizada y saturada, es rígida cuando está seca y es

vidriosa cuando se queman a temperaturas mayores a los 1000°C.

2.3.21.2 Esquisto Arcilloso

Es la arcilla estratificada en capas finas sedimentadas y consolidadas con un clivaje muy marcado y paralelo a la estratificación.

2.3.21.3 Arcilla Superficial

Es la arcilla estratificada no consolidada que se presenta en la superficie.

2.3.22 Manufactura

2.3.22.1 Artesanal

Es el ladrillo fabricado con procedimientos predominantemente manuales. El amasado o moldeado es hecho a mano o con maquinaria elemental que en ciertos casos extruye; a baja presión, la pasta de arcilla. El procedimiento de moldaje exige que se use arena o agua para evitar que la arcilla se adhiera a los moldes dando un acabado característico al ladrillo. El ladrillo producido artesanalmente se caracteriza por las variaciones de unidad a unidad.

2.3.22.2 Industrial

Es el ladrillo fabricado con maquinaria que amasa, moldea y prensa o extruye la arcilla. El ladrillo producido industrialmente se caracteriza por su uniformidad.

2.3.23 Designación

Es la manera elegida para denominar al ladrillo de acuerdo a sus características. El ladrillo se designara por su tipo, por su sección y por sus dimensiones; largo (cm), ancho (cm) y alto (cm).

2.3.24 Unidad de Albañilería

Vienen a ser los ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular.

2.3.24.1 Unidad de Albañilería Hueca

Es la unidad de albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente a menos del 70% del área bruta en el mismo plano.

2.3.24.2 Unidad de Albañilería Sólida o Maciza

Es la unidad de albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente al 70% o más del área bruta en el mismo plano.

2.3.24.3 Ladrillo Tubular o Pandereta

Es la unidad de albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento.

2.3.24.4 Unidad de Albañilería Alveolar

Son aquellas unidades de albañilería que pueden ser sólidas o huecas con alveolos o celdas de tamaño suficiente como para alojar el refuerzo vertical. Estas unidades son utilizadas para la construcción de muros armados.

2.3.24.5 Unidad de Albañilería Apilable

Es la unidad de albañilería alveolar que se sienta sin mortero.

2.3.25 Dimensiones y Áreas

2.3.25.1 Dimensiones Especificadas

Son las dimensiones a las cuales debe conformarse el ladrillo de acuerdo a su designación.

2.3.25.2 Dimensiones

Son las dimensiones reales que tiene un ladrillo.

2.3.25.3 Largo

Es la mayor dimensión de la superficie de asiento del ladrillo.

2.3.25.4 Ancho

Es la menor dimensión de la superficie de asiento del ladrillo.

2.3.25.5 Alto

Es la dimensión perpendicular a la superficie de asiento del ladrillo.

2.3.25.6 Área Bruta

Es el área total de la superficie de asiento, obtenida de multiplicar su largo por su ancho.

2.3.25.7 Área Neta

Es el área bruta menos el área de los vacíos.

2.3.26 Requerimiento

Acción y efecto de requerir. //2. *Der.* Acto judicial por el que estima que se haga o se deje de ejecutar algo. //3. *Der.* Aviso, manifestación o pregunta que se hace, generalmente bajo fé notarial, a alguien exigiendo de él que exprese y declare su actitud o su respuesta.

2.3.27 Norma

(Del lat. *Norma, escuadra*). *F.* Regla que se debe conseguir o a la que se deben ajustar, conductas, tareas, actividades, etc.//2. Escuadra que usan los artífices para arreglar los maderos, piedras, etc.//3. *Der.* Precepto jurídico. //4. *Ling.* Conjunto de criterios lingüísticos que regulan el uso considerado correcto. //5. *Ling.* Variante lingüística que se considera preferible por ser más culta.

2.3.28 Propiedades

(De propiedad). f. Derecho o facultad de poseer alguien algo y poder disponer de ello dentro de los límites legales. //2. Cosa que es objeto del dominio, sobre todo si es inmueble o raíz. 3. Atributo o cualidad esencial de alguien o algo. //4. Semejanza o imitación perfecta.//5. Defecto contrario a la pobreza religiosa en que incurre el profeso que usa una cosa como propia. //6. Accidente necesario e inseparable. //7. Significado o sentido peculiar y exacto de las cosas o frases. //8. Cada una de las tres especies de hexacordos que se usaron en el solfeo del canto llano.

2.3.29 Evaluar

Señalar el valor de algo, estimar, apreciar, calcular el valor de algo.

2.3.30 Determinar

Fijar los términos de algo. //2. Distinguir, discernir. //3. Señalar, fijar algo para algún efecto. //4. Determinar día, hora. //5. Hacer tomar una resolución.

2.3.31 Cumplir

Ejecutar, llevar a efecto algo. //2. Cumplir un deber, una orden, un encargo, un deseo, una promesa. //3. Remediar a alguien y proveerle de lo que le falta. //4. Llegar a tener la edad que se indica o un número cabal de años o meses. //5. Dicho de una persona; hacer lo que debe o a lo que está obligado.

2.3.32 Cálculo

Cómputo, cuenta o investigación que se hace de algo por medio de operaciones matemáticas. //2. Conjetura. //3. Concreción anormal que se forma en la vejiga de la orina y también en la de la bilis, en lo riñones y en las glándulas salivales y cuya expulsión ocasiona cólicos nefríticos o hepáticos.

2.3.33 Contenido

Tabla de materiales a modo de índice.

2.3.34 Resistencia

Causa que se opone a la acción de una fuerza.//En la mecánica es la fuerza que se opone al movimiento de una maquina la cual ha de ser vencida por la potencia.

2.3.35 Ensayos

Acción y efecto de ensayar. //2. Escrito en el cual un autor desarrolla sus ideas sin necesidad de mostrar el aparato erudito. //3. Género literario al que pertenece éste tipo de escrito. //4. Operación por la cual se averigua el metal o metales que contiene la mena y la proporción en que cada uno está con el peso de ella.

2.3.36 Fichas

Pieza pequeña generalmente plana y delgada que se usa para establecer comunicación telefónica, abrir o cerrar barreras, poner en marcha determinados aparatos,

etc.//2. Pieza pequeña que a modo de contraseña se usa en guarda ropas, aparcamientos y sitios similares. //3. Cada una de las piezas que se usan en algunos juegos. //4. Pieza pequeña a la que se le asigna un valor convenido y que se usa en sustitución de monedas en casinos, establecimientos industriales, etc.//5. Pieza pequeña generalmente delgada que se usa para señalar los tantos que se pierden o se ganan en el juego.// 6. Papel o cartulina generalmente rectangular y de pequeño tamaño en donde se anotan datos generales, bibliográficos, jurídicos, económicos, policiales, etc.//7. Pieza de cartón o cartulina con que se controlan o comprueban las entradas y salidas del trabajo.//8. Persona peligrosa, pícaro, bribón.

2.3.37 Observación

Acción y efecto de observar.

2.4 Hipótesis

2.4.1 General

- Sí las Propiedades Físicas y Mecánicas de las unidades de albañilería de arcilla (ladrillos) fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco **SÍ CUMPLEN** con los requerimientos de la Norma E.070 de Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente; entonces, se recomienda la utilización de estas unidades en la construcción de edificaciones de albañilería.

2.4.2 Específicos

- Sí la Variación Dimensional de las unidades de albañilería de arcilla (ladrillos) fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco **CUMPLEN** con los requerimientos de la Norma E.070 de Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente; entonces, se recomienda la utilización de estas unidades en la construcción de edificaciones albañilería.

- Sí la Absorción de humedad de las unidades de albañilería de arcilla (ladrillos) fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco **CUMPLEN** con los requerimientos de la Norma E.070 de Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente; entonces, se recomienda la utilización de estas unidades en la construcción de edificaciones de albañilería.

- Sí el Alabeo de las unidades de albañilería de arcilla (ladrillos) fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco **CUMPLEN** con los requerimientos de la Norma E.070 de Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente; entonces, se recomienda la utilización de estas unidades en la construcción de edificaciones de albañilería.

- Sí la Resistencias a la Compresión de las unidades de albañilería de arcilla (ladrillos) fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco **CUMPLEN** con los requerimientos de la Norma E.070 de Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente; entonces, se recomienda la utilización

de estas unidades en la construcción de edificaciones de albañilería.

2.5 Variables

2.5.1 Dependiente

- Unidades de Albañilería

2.5.2 Independientes

- Propiedades Físicas

- Propiedades Mecánicas

2.6 Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA ARTESANAL	* PROCESO DE MEZCLA	* EXTRUSIÓN MANUAL. * EXPERIENCIA DEL OPERARIO. * TIEMPO DE MEZCLADO.
	* PROCESO DE SECADO	* PATIO DE SECADO. * DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES EN EL PATIO DE SECADO * APILAMIENTO DE LAS UNIDADES
	* PROCESO DE COCCIÓN	* TIEMPO DE COCCIÓN * QUEMADO DE LAS UNIDADES * SINTERIZACIÓN
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ARCILLA ARTESANAL	* VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LA UNIDAD	* UNIFORMIDAD DE LAS UNIDADES * OTORGA UN AHORRO EN MATERIAL MORTERO * IMPACTO VISUAL FAVORABLE
	* ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE LA UNIDAD	* ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA * GRADO DE COMPACIDAD DE LA UNIDAD UNIFORME * LIXIVIADO
	* ALABEO DE LA UNIDAD	* EVITA VACIOS ENTRE LAS JUNTAS EN EL ANCHO DEL MURO * PROPORCIONA UN AHORRO EN MATERIAL MORTERO * MINIMIZA EL DESPERDICIO DE MATERIAL
	* RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD	* EDIFICACIONES RESISTENTES * ADECUADO COMPORTAMIENTO SISMICO * BRINDA SEGURIDAD

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Investigación

3.1.1 Enfoque

El presente trabajo de investigación realiza un Enfoque Cuantitativo porque se plantea un problema concreto teniendo en cuenta el análisis de teorías realizadas anteriormente para la construcción del Marco Teórico en donde se utiliza la lógica, y los datos obtenidos son cuantificables. Específicamente el Enfoque de la investigación para el presente proyecto es Cuantitativo.

- CUANTITATIVO.

3.1.2 Nivel de Investigación

De acuerdo al Problema y Objetivos del presente proyecto, el Nivel de investigación que se presenta esta en función a la fuente de datos y que en éste caso lo adquirimos del campo. Específicamente el Nivel de investigación para el presente proyecto es de Nivel Descriptivo.

- DESCRIPTIVO.

3.1.3 Diseño

La investigación que se realiza en la presente tesis desarrolla un Diseño Experimental porque presenta variables manipulables en lo referente a cuantas veces hay que repetir el experimento (ensayos) y en qué orden para poder establecer; con un mayor grado de confianza, la relación causa – efecto. Específicamente el Diseño de Investigación para el presente proyecto es de Diseño Experimental.

- LABORATORIO O EXPERIMENTAL.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

La población que forma parte de la presente Tesis: “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO DURANTE EL AÑO 2017”, está ubicadas en el Distrito de Amarilis (Urbanización Santa María – Zona La Colectora) y conformada por las unidades de albañilería producidas por las fabricas productoras de la misma; existentes en dicha zona.

3.2.1.1 Localización y Registro de Ladrilleras

Posterior a la localización y zonificación de las ladrilleras, se procedió a empadronarlas mediante un trabajo de campo, registrándose a cada una de ellas con un código catastral, identificando a cada una de

ellas por la letra inicial de la zona seguido del número de la ladrillera. Por ejemplo: Ladrillera número 10, ubicada en la urbanización Santa María (zona la colectora); su código sería: USM-10. Este registro clasificado en la zona de estudio el cual es Urbanización Santa María se muestra en la siguiente tabla, así como el registro del volumen de producción de cada de ellas.

Tabla 3.1 Ladrilleras en la Urbanización Santa María

CODIG. Ó CATEG.	LADRILLERA	UBICACIÓN	N° DE HORNOS	CAPACIDAD DEL HORNO (MILLAR)	VOL. DE PRODUCCION (MILL/MES)
USM-01	CHAPACUETE	URB. SANTA MARIA	1	20	50
USM-02	SALVADOR	URB. SANTA MARIA	1	20	30
USM-03	TRUJILLO	URB. SANTA MARIA	1	20	28
USM-04	CESAR	URB. SANTA MARIA	1	25	25
USM-05	MAIN	URB. SANTA MARIA	1	25	15
USM-06	ROSALES	URB. SANTA MARIA	1	18	20
USM-07	MARTEL	URB. SANTA MARIA	1	18	22
USM-08	PUELLES	URB. SANTA MARIA	1	18	20
USM-09	CONDESUR	URB. SANTA MARIA	1	15	22
USM-10	SANTA CRUZ	URB. SANTA MARIA	1	18	25
USM-11	MARTIN	URB. SANTA MARIA	1	15	20
USM-12	LA ESPERANZA	URB. SANTA MARIA	1	18	15
USM-13	MIRAFLORES	URB. SANTA MARIA	1	18	20
USM-14	LLANTO	URB. SANTA MARIA	1	18	20
USM-15	TOLENTINO	URB. SANTA MARIA	1	18	20

NOTA:

- a) De la tabla mostrada anteriormente es importante reconocer que las ladrilleras USM-04 y USM-05 (Cesar y Main respectivamente) fabrican unidades de albañilería de arcilla industriales, motivo por el cual no serán tomados en cuenta en el presente proyecto de investigación, ya que el objetivo de nuestra

investigación es conocer las propiedades de las unidades de albañilería de arcilla fabricadas artesanalmente.

- b) Asimismo, es importante resaltar que las ladrilleras: Rosales, Martel, Puelles, Santa Cruz, Condesur, Martin, La Esperanza y Miraflores no cuentan con el requisito de obligatoriedad para expender sus productos, el cual es la licencia de funcionamiento, motivo por el cual estas ladrilleras no serán tomadas en cuenta como población para la presente investigación.

- c) Otro de los criterios tomados en cuenta para excluir a las ladrilleras mencionadas en el párrafo anterior son las siguientes:
 - PRESENCIA EN EL MERCADO; Las ladrilleras que se encuentran excluidas de la investigación; no tienen presencia en el mercado, debido a que sus propietarios no realizan estrategias para poder incrementar o mejorar la calidad y producción (de las unidades de albañilería que fabrican). Estas afirmaciones son corroboradas por las personas que son propietarios de los vehículos que realizan el transporte de las unidades de albañilería a distintos puntos de la ciudad de Huánuco; los cuales se encuentran estacionados frente al camal municipal. Por otra parte, se puede observar de la Tabla 3.1 que las

ladrilleras excluidas, tienen una baja producción de las unidades siendo motivo también para que no sean considerados en este proyecto de investigación.

- **TÉCNICA EMPLEADA EN LA FABRICACIÓN:** De acuerdo a las versiones de los trabajadores que se dedican al carguío de las unidades de albañilería, éstas ladrilleras no utilizan una correcta técnica en la fabricación de las unidades artesanales.
- **UBICACIÓN:** Dado que las ladrilleras excluidas están ubicadas en lugares no estratégicos; por lo que la demanda de sus unidades es demasiado baja. De ésta última expresión podemos deducir que la mayor parte de las viviendas que usan unidades de albañilería no han usado el producto de dichas ladrilleras.

Finalmente; teniendo en cuenta las notas anteriores, la población que intervino en el proyecto de investigación denominado: “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO DURANTE EL AÑO 2017”, serán los siguientes:

Tabla 3.2 Ladrilleras finales a intervenir USM
(zona la colectora)

CODIGO ó CATEG.	LADRILLERA	UBICACIÓN	N° DE HORNOS	CAPACIDAD DEL HORNO (MILLAR))	VOL. DE PRODUCCION (MILL/MES)
USM-01	CHAPACUETE	URB. SANTA MARIA	1	20	50
USM-02	SALVADOR	URB. SANTA MARIA	1	20	30
USM-03	TRUJILLO	URB. SANTA MARIA	1	20	28

3.2.2 Muestreo de las Unidades de Albañilería

3.2.2.1 Marco Conceptual

- **Lote:** Es el conjunto de ladrillos de la misma forma y tamaño, fabricados en formas similares de producción.
- **Muestra:** Es el grupo de ladrillos extraídos al azar del lote para efectos de obtener la información necesaria que permita apreciar las características de ése lote.
- **Espécimen:** Es cada una de las unidades en donde se aplicará cada ensayo especificado en la Norma.

3.2.2.2 Número de Muestras

Según la Norma E.070 de albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones, el

muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades sobre las que se efectuarán las pruebas o ensayos de VARIACIÓN DIMENSIONAL y de ALABEO. Cinco de estas unidades se ensayarán a COMPRESIÓN y las otras cinco a ABSORCIÓN.

Entonces, de acuerdo a lo establecido en la norma E.070, específicamente en el Artículo 5, Acápito 5.4, Inciso a), a continuación, se describen los especímenes escogidos.

Tabla 3.3 Número de especímenes para cada ensayo.

ENSAYOS	ESPECÍMENES	
	SEGÚN NTE-070	ESPECÍMENES TOTALES
VARIACIÓN DIMENSIONAL	10	10
ABSORCIÓN	5	
ALABEO	10	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	5	

3.2.2.3 Identificación de Muestras

La NTP 399.613 dice: “Se marcará cada espécimen de manera que se le pueda identificar en cualquier momento. Las marcas

no cubrirán más del 5% de la superficie del espécimen”.

3.2.3 Resumen

En la tabla 3.5, se presenta el resumen del número de unidades requeridas para los diversos ensayos por cada ladrillera, de tal manera de contar con un total de especímenes para muestrear y ensayar en el laboratorio.

Tabla 3.5 Número de especímenes por cada ladrillera.

LADRILLERAS	CHAPACUETE		SALVADOR		TRUJILLO	
	SEGÚN EL RNE - 070	ESPECÍMENES TOTALES	SEGÚN EL RNE - 070	ESPECÍMENES TOTALES	SEGÚN EL RNE - 070	ESPECÍMENES TOTALES
VARIACIÓN DIMENSIONAL	10	10	10	10	10	10
ABSORCIÓN	5		5		5	
ALABEO	10		10		10	
RESIS. A LA COMPRESIÓN	5		5		5	
TOTAL, UNID. X LADRILLERA		10		10		10
TOTAL, UNIDADES O ESPECÍMENES						30

Por lo tanto, para la investigación se considera una muestra de 30 unidades (10 por cada fábrica o ladrillera).

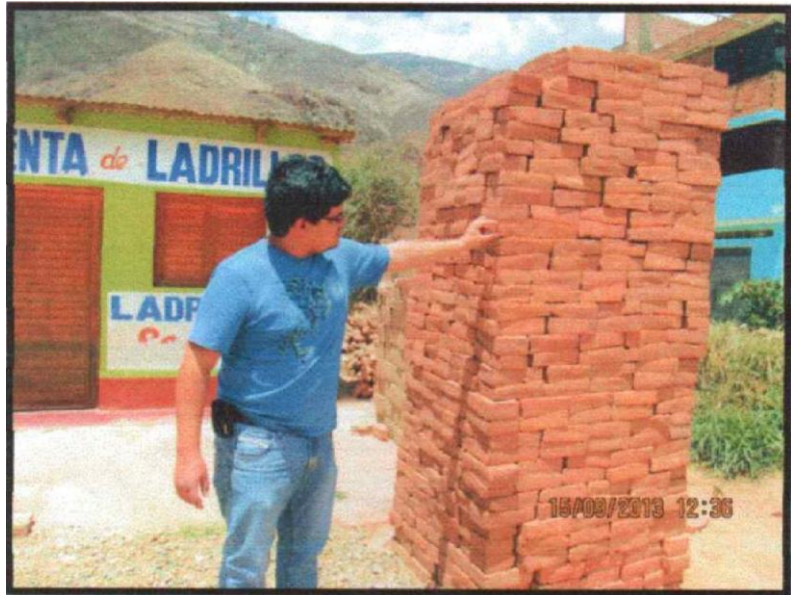


Foto N°01: En la imagen se aprecia un lote de unidades de albañilería, el cual está conformado por 4 millares, de los cuales; según Norma, se tendrá que seleccionar al azar 10 ladrillos.

3.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.3.1 Instrumento de Recolección de Datos para el ensayo de Variación Dimensional de la Unidades de Albañilería.

Para recolectar los datos y así poder realizar el ensayo de la Variación Dimensional de las unidades de albañilería se utilizarán las siguientes fichas de observación.

Ficha A.1. Variación Dimensional del Largo de la unidad.

ESPÉCIMEN	LARGO (mm)					
	N°	L1	L2	L3	L4	L prom.
	01					
	02					
	03					
	04					
	05					
	06					

07					
08					
09					
10					
Promedio					
δ=					
$V(\%)$=					

Ficha A.2. Variación Dimensional del Ancho de la unidad.

ESPÉCIMEN	ANCHO (mm)				
	A1	A2	A3	A4	A prom.
N°					
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
Promedio					
δ=					
$V(\%)$=					

Ficha A.3. Variación Dimensional del Altura de la unidad.

ESPÉCIMEN	ALTURA (mm)				
	H1	H2	H3	H4	H prom.
N°					
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					

09					
10					
					Promedio
					δ=
					$V(\%)$=

3.3.2 Instrumento de Recolección de Datos para el ensayo de Absorción de la humedad de las Unidades de Albañilería.

Este ensayo permite la determinación del porcentaje de absorción de las unidades de albañilería.

El valor de la absorción brinda una idea de la cantidad de agua que absorbe la unidad de albañilería.

La determinación del ensayo de absorción se recomienda su realización conjuntamente con el ensayo de Resistencia a la Compresión.

Dentro del ensayo de Absorción de las unidades de albañilería, el instrumento de recolección de datos es el siguiente:

Ficha B.1. Absorción de humedad de la unidad.

N°	IDENTIFICACIÓN	PESO SECO	PESO SEATURADO	%
		(gr)	(gr)	ABSORCIÓN
1				
2				
3				

4				
5				
			% PROMEDIO	

3.3.3 Instrumento de Recolección de Datos para el ensayo de Alabeo de las Unidades de Albañilería

El alabeo en unidades de albañilería (ladrillos) se determinará midiendo la flecha en una de las diagonales de cada una de las tres caras vistas (un canto y dos testas), e igualmente en una de las tablas. En los ladrillos que no sean cara vista (NV) bastara con medir la flecha en la diagonal de una tabla y un canto.

Ficha C.1. Alabeo de la unidad.

N°	IDENTIFICACIÓN	CARA "A"		CARA "B"	
		CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
		(mm)		(mm)	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
PROM. PARCIALES					

3.3.4 Instrumento de Recolección de Datos para el ensayo de Resistencia a la Compresión de las Unidades de Albañilería

Para recoger los datos del ensayo Resistencia a la Compresión de las unidades de albañilería se tendrá en cuenta la siguiente ficha de control:

Ficha D.1. Resistencia a la Compresión de la unidad.

N°	ESPÉCIMEN	LARGO (mm)		ANCHO (mm)		ALTO (mm)	CARGA MÁX.	ÁREA BRUTA	<i>fb</i>
		L1	L2	A1	A2	H	Kgf	cm ²	Kg/cm ²
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
								<i>Promedio (fb)</i>	
								$\bar{\delta}$	
								<i>f'b</i>	

3.4 Técnicas para el Procesamiento y Análisis de la Información

3.4.1 Técnicas de Recolección, Presentación y Análisis de Datos

Teniendo en claro los objetivos de la investigación que se ha realizado, entonces se definió que:

- Para la presente Tesis, la técnica a utilizar para la recolección de datos: es específicamente la observación y apuntes.

La observación se realizó en forma personal y directa.

- Con respecto a la presentación de datos, éstos se realizaron de acuerdo a los formatos que se tiene para cada ensayo; entre ellos se tiene:

- Fichas de observación, de ensayo de Variación Dimensional.
- Fichas de observación de ensayo de Absorción de la humedad.
- Fichas de observación de ensayo de Alabeo.
- Fichas de observación de ensayo de Resistencia a la Compresión.

- Para el procesamiento de datos se utilizó OFFICE como el programa WORD, EXCEL, MS PROJECT y Power Point.

- Mientras que para el análisis de datos se aplicó el uso de tablas, gráficos y ecuaciones. En general, se aplicará la estadística descriptiva.

CAPÍTULO IV

4. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

4.1 Cronograma de Actividades (Diagrama Gantt)

(Ver Anexo C).

4.2 Presupuesto

4.2.1 Recursos Humanos

Para efectos de la realización de la presente Tesis, se contó con el apoyo de una persona, la que sirvió de guía y apoyo en la encuesta y empadronamiento realizada a las ladrilleras.

4.2.2 Recursos Materiales

Para la realización de la presente Tesis, se contó con materiales didácticos como se describe a continuación:

- Laptop.
- Papel Bond, tamaño A4, 175gr.
- Internet.
- Reglamento Nacional de Edificaciones E. 070.
- Norma Técnica Peruana NTP. 399.613
- Material bibliográfico.
- Cámara fotográfica
- Diccionario.
- Cuadernos.
- Lapiceros.
- Impresora multifuncional.
- Ladrillos.
- Yeso.
- Horno.
- Prensa Hidráulica.
- Escalímetro.

- Pie de rey.
- Bandeja plástica.
- Balanza electrónica.

4.2.3 Recursos Financieros

En esta etapa de la Tesis se considera estimable la inversión realizada hasta el momento en cuanto a gastos netamente del proyecto se refiere, tal como se describe a continuación:


- Pasajes Pucallpa–Huánuco y viceversa.....S/. 360.00
 - Curso de Asesoramiento para la Titulación Profesional (CATP).....S/. 2,100.00
- Estadía y Hospedaje en la ciudad de Huánuco. S/. 660.00
- Pagos varios a la Universidad de Huánuco...S/. 1,700.00
- Ensayo de Variación Dimensional.....S/. 600.00
- Ensayo de Absorción.....S/. 600.00
- Ensayo de Alabeo.....S/. 600.00
- Ensayo de Resistencia a la Compresión.....S/. 3,000.00
- Norma Técnica Peruana 399.613.....S/. 63.00
- Impresiones.....S/. 100.00
- Anillados y espiralados.....S/. 80.00
- Movilidad.....S/. 150.00

De lo mencionado líneas arriba se concluye que el monto total de la inversión de la presente Tesis asciende al monto aproximado de S/. 10,013.00 soles.

4.3 Presentación de Resultados del Trabajo de Laboratorio

4.3.1 Ensayo de Variación Dimensional

4.3.1.1 Variación Dimensional Ladrillera chapacnete



**Laboratorio de mecánica
de suelos y materiales**

VARIABILIDAD DIMENSIONAL

PROYECTO : ANALISIS FISICO Y MECANICO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE PRODUCCION ARTESANAL DE LA CIUDAD DE HUANUCO

UBICACION : HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA : Bach.Ing Civil Freddy Wilson Ríos Vaquez

FECHA : 27/12/2017

NORMA TECNICA PERUANA NTP 399.613 Y 339.604

OBJETIVO: Determinar la variación dimensional de las unidades de albañilería

MUESTRA: Unidades artesanales de albañilería macizas, 2x1x2x7 cm, marca Chapacnete, muestreado por el solicitante.

CONSULTORA CONSTRUCTORA
GEO ELUNI E.I.R.L.
RUC: 2054232816

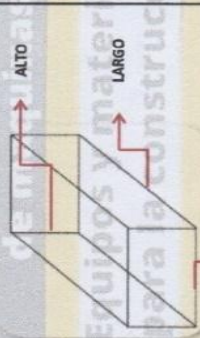
Ing. Fidel Flores Salica
DIRECTOR DEL LABORATORIO
CIP 72890 ELLUNI
QUALITY TEST GEO ELUNI

CONSULTORA CONSTRUCTORA
GEO ELUNI E.I.R.L.
RUC: 2054232816

Ing. Ed Luis Flores Salazar
JEFE DE LABORATORIO
CIP 141891
QUALITY TEST GEO ELUNI

CONSULTORA CONSTRUCTORA
GEO ELUNI E.I.R.L.
RUC: 2054232816

Francisco Verde
TECNICO DE LABORATORIO
QUALITY TEST GEO ELUNI



FORMULA
 $V = \frac{ME - MP}{MP} \times 100$

ME

V= VARIABILIDAD DIMENSIONAL (%)
ME= MEDIDA ESPECIFICADA DEL FABRICANTE (mm)
MP= MEDIDA PROMEDIO (mm)

NRO.	IDENTIFICACION	LARGO (cm)							ANCHO (cm)							ALTO (cm)							
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	
1	M01	21.7	21.6	21.5	21.3	21.3	11.7	12	12.3	12	6.8	6.8	6.7	6.6									
2	M02	21	20.8	20.7	20.65	11.2	11.5	11.8	11.7	6.9	7.3	7	7.2										
3	M03	21.3	21	21.2	21.3	11.4	11.5	11.7	11.6	6.8	6.9	7	7.1										
4	M04	21.2	21.5	21.4	21.5	12.3	12.2	11.7	12.1	6.7	6.8	6.5	6.7										
5	M05	21.2	21.2	21.1	21.2	11.8	11.9	12.1	12	6.8	6.9	7	7.1										
6	M06	21.15	21.2	21.1	21	12.1	12.3	12	12.2	6.8	6.8	6.7	6.6										
7	M07	21.1	21.05	21	20.9	12	12.1	12.2	11.9	7.3	7	6.9	7										
8	M08	20.8	20.7	20.9	20.8	11.8	12	11.7	12.1	6.8	6.8	6.7	6.6										
9	M09	21	20.9	20.75	20.8	11.4	11.5	11.6	11.5	6.7	6.8	6.5	6.7										
10	M10	21.1	21.3	21.2	21.2	11.5	11.3	11.7	11.6	6.8	6.9	6.8	6.5										
	MP (cm)=	21.11																					
	ME (cm)=	21.00																					
	V (%)=	-0.51																					
		1.46							6.83							7							
		2.39																					

CONTACTOS:
Urb. Santa Victoria Mz A Lte 9 - Huanuco
Cel. 955897614

QUALITY TEST GEO ELUNI: Laboratorio de control de calidad Geo Eluni: es la marca del servicio de Laboratorio de mecánica de suelos y materiales que brinda la empresa CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI con el fin de proporcionar un mejor control de la calidad bajo la normativa vigente.

4.3.1.2 Variación Dimensional Ladrillera EL Salvador

Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



VARIABILIDAD DIMENSIONAL

CONSULTORA CONSTRUCTORA
GEO ELUNI E.I.R.L.
RUC: 2042552016

Ing. Fidel G. M. Torres Saiz
DIRECTOR DEL LABORATORIO
CIP: 72084
QUALITY TEST GEO ELUNI

PROYECTO : ANALISIS FISICO Y MECANICO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE PRODUCCION ARTESANAL DE LA CIUDAD DE HUANUCO

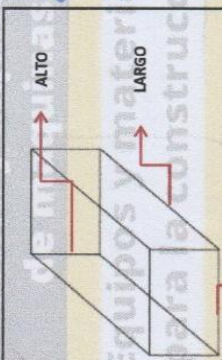
UBICACION : HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA : Bach. Ing Civil Freddy Wilson Rios Vasquez
FECHA : 27/12/2017

NORMA TECNICA PERUANA NTP 399.613 y 339.604

OBJETIVO: Determinar la variación de las dimensiones de las unidades de albañilería.

MUESTRA: Unidades artesanales de albañilería macizas, 21x12x7 cm, marca EL SALVADOR, muestreado por el solicitante.

NRO.	IDENTIFICACION	LARGO (cm)				ANCHO (cm)				ALTO (cm)			
		I1	I2	I3	I4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4
1	M 01	21	20.7	20.8	20.9	11.8	11.7	11.7	11.9	6.7	6.6	6.8	6.7
2	M 02	20.09	20.8	21	21.1	12.2	12	11.8	11.9	7	7.1	6.9	7
3	M 03	21	21	21.4	20.9	12	12.4	12.2	11.8	7	6.9	7	7.1
4	M 04	20.7	20.65	21	20.9	11.8	11.6	11.7	11.9	7	6.8	6.9	6.7
5	M 05	20.8	21.2	20.9	21.2	12.3	12.4	12.3	12.2	7	7.1	6.9	6.8
6	M 06	21.2	21	20.9	21	11.7	11.8	11.6	11.9	6.7	6.9	7	6.8
7	M 07	20.7	20.65	20.8	20.9	11.8	11.9	11.8	11.7	7.2	7	7.1	7.1
8	M 08	20.9	21	20.9	20.8	11.6	11.5	11.7	11.8	7.1	6.9	6.8	6.6
9	M 09	21	20.8	21	20.8	11.7	11.9	11.8	11.7	7	6.8	7	7.1
10	M 10	20.7	20.65	20.9	21.2	11.8	11.9	12	12.1	6.9	6.8	6.8	6.6
	MP (cm)=	20.89											
	ME (cm)=	21.00											
	V (%)=	0.53											
		11.88											
		12											
		0.98											
		1.36											



FORMULA
 $V = \frac{ME - MP}{MP} \times 100$
ME

V= VARIABILIDAD DIMENSIONAL (%)
ME= MEDIDA ESPECIFICADA DEL FABRICANTE (mm)
MP= MEDIDA PROMEDIO (mm)

CONSULTORA CONSTRUCTORA
GEO ELUNI E.I.R.L.
RUC: 2042552016

Ing. F. H. Torres Saiz
JEFE DEL LABORATORIO
QUALITY TEST GEO ELUNI

CONSULTORA CONSTRUCTORA
GEO ELUNI E.I.R.L.
RUC: 2042552016

Ing. Antonio Verde
TECNICO DE LABORATORIO
QUALITY TEST GEO ELUNI

CONTACTOS:
Urb. Santa Victoria Mz A Lte 9 - Huanuco
Cel. 955897614

QUALITY TEST GEO ELUNI: Laboratorio de Control de Calidad Geo Eluni; es la marca del servicio de Laboratorio de mecánica de suelos y materiales que brinda la empresa CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI con el fin de propiciar un mejor control de la calidad bajo la normativa vigente.

4.3.1.3 Variación Dimensional Ladrillera Trujillo

Laboratorio de mecánica de suelos y materiales



VARIABILIDAD DIMENSIONAL

CONSULTORA CONSTRUCTORA
GEO ELUNI E.I.R.L.
RUC: 20170533976

PROYECTO : ANALISIS FISICO Y MECANICO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE PRODUCCION ARTESANAL DE LA CIUDAD DE HUANUCO

UBICACION : HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA : Bach. Ing Civil Freddy Wilson Rios Vasquez
FECHA : 27/12/2017

Ing. Fidel G. Torres Reyes Salta
DIRECTOR DEL LABORATORIO
CIP: 72084
QUALITY TEST GEO ELUNI

NORMA TECNICA PERUANA NTP 399.613 y 339.604

OBJETIVO: Determinar la variación de las dimensiones de las unidades de albanilería.

MUESTRA: Unidades artesanales de albanilería macizas, 21x12x7 cm, marca EL SALVADOR, muestreado por el solicitante.

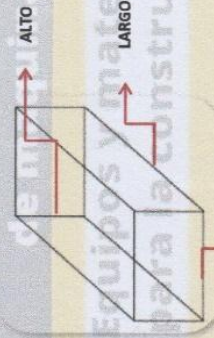
CONSULTORA CONSTRUCTORA
GEO ELUNI E.I.R.L.
RUC: 20170533976

Ing. Fabian Rojas Salas
JEFE DEL LABORATORIO
QUALITY TEST GEO ELUNI

CONSULTORA CONSTRUCTORA
GEO ELUNI E.I.R.L.
RUC: 20170533976

Antonio Verde
TECNICO DE LABORATORIO
QUALITY TEST GEO ELUNI

NRO.	IDENTIFICACION	LARGO (CM)				ANCHO (CM)				ALTO (CM)			
		L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4
1	M 01	21	20.7	20.8	20.9	11.8	11.7	11.7	11.9	6.7	6.6	6.8	6.7
2	M 02	20.09	20.8	21	21.1	12.2	12	11.8	11.9	7	7.1	6.9	7
3	M 03	21	21	21.1	20.9	12	12.4	12.2	11.8	7	6.9	7	7.1
4	M 04	20.7	20.65	21	20.9	11.8	11.6	11.7	11.9	7	6.8	6.9	6.7
5	M 05	20.8	21.2	20.9	21.2	12.3	12.4	12.3	12.2	7	7.1	6.9	6.8
6	M 06	21.2	21	20.9	21	11.7	11.8	11.6	11.9	6.7	6.9	7	6.8
7	M 07	20.7	20.65	20.8	20.9	11.8	11.9	11.8	11.7	7.2	7	7.1	7.1
8	M 08	20.9	21	20.9	20.8	11.6	11.5	11.7	11.8	7.1	6.9	6.8	6.6
9	M 09	21	20.8	21	20.8	11.7	11.9	11.8	11.7	7	6.8	7	7.1
10	M 10	20.7	20.65	20.9	21.2	11.8	11.9	12	12.1	6.9	6.8	6.8	6.6
	MP (cm)=	20.89											
	ME (cm)=	21.00											
	V (%)=	0.53											
		11.88											
		12											
		0.98											
		7											
		1.36											



FORMULA
 $V = \frac{ME - MP}{MP} \times 100$
ME

V= VARIABILIDAD DIMENSIONAL (%)
ME= MEDIDA ESPECIFICADA DEL FABRICANTE (mm)
MP= MEDIDA PROMEDIO (mm)

CONTACTOS:
Urb. Santa Victoria Mz A Lte 9 - Huanuco
Cel. 955897614

QUALITY TEST GEO ELUNI: Laboratorio de Control de Calidad Geo Eluni; es la marca del servicio de Laboratorio de mecánica de suelos y materiales que brinda la empresa CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI con el fin de proporcionar un mejor control de la calidad bajo la normativa vigente.

4.3.2 Ensayo de Absorción de Humedad

4.3.2.1 Ensayo de Absorción ladrillera Chapacuetu

VARIABILIDAD DIMENSIONAL

PROYECTO : ANALISIS FISICO Y MECANICO DE LAS UNIDADES DE ALBANILERIA DE PRODUCCION ARTESANAL DE LA CIUDAD DE HUANUCO

UBICACION : HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA : Bach.Ing Civil Freddy Wilson Rios Vasquez

FECHA : 27/12/2017

NORMA TECNICA PERUANA NTP 399.613 y 339.604

OBJETIVO: Determinar la variación de las dimensiones de las unidades de albanilería.

MUESTRA: Unidades artesanales de albanilería macizas, 21x12x7 cm, marca TRUJILLO, muestreado por el solicitante.

CONTACTOS:
Urb. Santa Victoria Mz A Lte 9 - Huanuco
Cel. 955897614

FORMULA
 $V = \frac{ME - MP}{ME} \times 100$

V= VARIABILIDAD DIMENSIONAL (%)
ME= MEDIDA ESPECIFICADA DEL FABRICANTE (mm)
MP= MEDIDA PROMEDIO (mm)

NRO.	IDENTIFICACION	LARGO (cm)				ANCHO (cm)				ALTO (cm)			
		L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4
1	M01	21.5	21.6	21.5	21.4	12.4	12.2	12.4	12.2	6.5	6.8	6.8	6.9
2	M02	21.5	21.4	21	21.3	12.2	11.8	12.3	11.9	6.7	6.85	6.6	6.7
3	M03	21.3	21.1	21.3	21	11.8	11.9	11.8	12	6.8	6.9	7	7.1
4	M04	21.3	21.1	21.2	21.1	12.2	12.4	12.3	12.2	6.9	6.8	6.5	6.7
5	M05	20.8	21.2	20.9	21.2	12.3	12.4	12.5	12.2	7	7.1	6.9	6.8
6	M06	21.3	21.2	21	21	12.2	12.5	12	12.2	6.7	6.6	6.7	6.6
7	M07	21.1	21	20.8	20.9	12	12.5	12.4	12.4	7.3	7.1	7.2	7.1
8	M08	20.9	21	20.9	20.8	11.8	11.9	11.7	11.9	6.6	6.5	6.8	6.6
9	M09	21	21.1	21.7	20.8	11.7	11.9	11.8	11.7	6.7	6.8	7	7.1
10	M10	21.1	20.8	21.2	21.2	12	12.2	12.5	12.4	6.8	6.9	6.8	6.5
	MP (cm)=	21.14											
	ME (cm)=	21.00											
	V (%)=	-0.65											
		12											
		-1.06											
		2.59											

QUALITY TEST GEO ELUNI: Laboratorio de Control de Calidad Geo Eluni: es la marca del servicio de Laboratorio de mecánica de suelos y materiales que brinda la empresa CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI con el fin de proporcionar un mejor control de la calidad bajo la normativa vigente.

4.3.2.2

Ensayo de Absorción ladrillera El Salvador

**Laboratorio de mecánica
de suelos y materiales**

CONTACTOS:
Urb. Santa Victoria Mz A Lte 9 - Huanuco
Cel. 955897614

CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI E.I.R.L.
RUC: 2042742816

PROYECTO : ABSORCION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA

UBICACION : ANALISIS FISICO Y MECANICO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE PRODUCCION ARTESANAL DE LA CIUDAD DE HUANUCO

SOLICITA : HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
Bach. Ing Civil Freddy Wilson Rios Vasquez

FECHA : 27/12/2017

NORMA TECNICA PERUANA NTP 399.613 Y 339.604

OBJETIVO: Determinar la absorcion de las unidades de albañilería.

MUESTRA: Unidades artesanales de albañilería macizas, 21x12x7 cm, marca EL SALVADOR, muestreado por el solicitante.

NRO.	IDENTIFICACION	peso seco		peso saturado		%	
		(g)	(g)	(g)	absorcion		
1	M 01	2865	3312		15.60		
2	M 02	2913	3387		16.27		
3	M 03	2869	3340		16.42		
4	M 04	2894	3370		16.45		
5	M 05	2945	3410		15.79		
			% Absorcion Promedio		16.11		

A = $\frac{P_s - P_{seco} \times 100}{P_{seco}}$

CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI E.I.R.L.
RUC: 2042532819

Ing. Edil Flores Salca
DIRECTOR DE LABORATORIO
QUALITY TEST GEO ELUNI

CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI E.I.R.L.
RUC: 2042742816

Ing. Edil Flores Salca
REFERENCIA
CIP: 141531 ORO
QUALITY TEST GEO ELUNI

CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI E.I.R.L.
RUC: 2042532819

Ing. Antonio Vazquez
TECNICO DE LABORATORIO
QUALITY TEST GEO ELUNI

QUALITY TEST GEO ELUNI: Laboratorio de Control de Calidad Geo Eluni; es la marca del servicio de Laboratorio de mecánica de suelos y materiales que brinda la empresa CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI con el fin de propiciar un mejor control de la calidad bajo la normativa vigente.

ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA

PROYECTO : ANALISIS FISICO Y MECANICO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE PRODUCCION ARTESANAL DE LA CIUDAD DE HUANUCO

UBICACION : HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA : Bach. Ing Civil Freddy Wilson Rios Vasquez

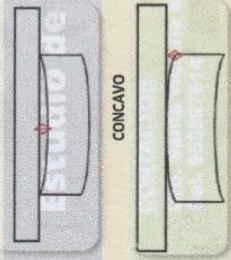
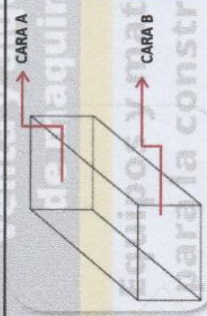
FECHA : 27/12/2017

NORMA TECNICA PERUANA NTP 399.613 y 339.604

OBJETIVO: Determinar la magnitud del alabeo en las unidades de albañilería

MUESTRA: Unidades artesanales de albañilería macizas, 21x12x7 cm, marca Chapacúete, muestreado por el solicitante.

NRO.	IDENTIFICACION	CARA A		CARA B	
		CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
1	M 01	3	0	2	0
2	M 02	2	0	0	3
3	M 03	3	0	0	4
4	M 04	3	0	0	4
5	M 05	1	0	3	0
6	M 06	0	2	0	2
7	M 07	2	0	2	0
8	M 08	0	2	0	2
9	M 09	3	0	0	3
10	M 10	0	4	0	4
PROMEDIOS PARCIALES		2	1	1	3
PROMEDIO					
CONCAVO		1.5 mm			
CONVEXO		2 mm			



CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI S.R.L.
RUC. 200557316
Ing. Fidel Cruz Flores Silioti
DIRECTOR DEL LABORATORIO
DIP. 72084
QUALITY TEST GEO ELUNI

CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI S.R.L.
RUC. 200557316
Ing. Edmundo Salas
JEFE DE LABORATORIO
DIP. 141881
QUALITY TEST GEO ELUNI

CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI S.R.L.
RUC. 200557316
Ing. Antonio Verde
JEFE DE LABORATORIO
DIP. 141881
QUALITY TEST GEO ELUNI

CONTACTOS:
Urb. Santa Victoria Mz A Lte 9 - Huanuco
Cel. 955897614

QUALITY TEST GEO ELUNI: Laboratorio de Control de Calidad Geo Eluni, es la marca del servicio de Laboratorio de mecánica de suelos y materiales que brinda la empresa CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI, con el fin de proporcionar un mejor control de la calidad bajo la normativa vigente.

4.3.3.2 Ensayo de Alabeo Ladrillera El Salvador

Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELLUNI E.I.R.L.

PROYECTO : ANALISIS FISICO Y MECANICO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE PRODUCCION ARTESANAL DE LA CIUDAD DE HUANUCO

UBICACION : HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA : Bach. Ing Civil Freddy Wilson Rios Vasquez

FECHA : 27/12/2017

NORMA TECNICA PERUANA NTP 399.613 Y 339.604

OBJETIVO: Determinar la magnitud del alabeo en las unidades de albañilería

MUESTRA: Unidades artesanales de albañilería muezas, 21x12x7 cm, marca EL SALVADOR, muestreado por el solicitante.

CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELLUNI E.I.R.L.
RUC: 2027272116

Ing. Edilberto Salazar
DIRECTOR GENERAL LABORATORIO QUALITY TEST GEO ELLUNI

CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELLUNI E.I.R.L.
RUC: 2027272116

Ing. Edilberto Salazar
DIRECTOR GENERAL LABORATORIO QUALITY TEST GEO ELLUNI

CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELLUNI E.I.R.L.
RUC: 2027272116

Ing. Edilberto Salazar
DIRECTOR GENERAL LABORATORIO QUALITY TEST GEO ELLUNI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

NRO.	IDENTIFICACION	CARA A (mm)		CARA B (mm)	
		CONCAVO	CONVEJO	CONCAVO	CONVEJO
1	M 01	0	2	2	0
2	M 02	0	3	2	0
3	M 03	2	0	0	3
4	M 04	0	4	0	3
5	M 05	0	3	4	0
6	M 06	0	2	4	0
7	M 07	3	0	2	0
8	M 08	2	0	2	0
9	M 09	0	3	0	3
10	M 10	0	4	0	4
PROMEDIOS PARCIALES		1	3	2	2
PROMEDIO					
CONCAVO		1.5 mm			
CONVEJO		2.5 mm			

CARA A

CARA B

CONCAVO


CONVEJO

CONTACTOS
Urb. Santa Victoria, Mz. A Lote 9 - Huamaco
Cel. 955897614

QUALITY TEST GEO ELLUNI: Laboratorio de Control de Calidad Geo Elluni: es la marca del servicio de Laboratorio de mecánica de suelos y materiales que brinda la empresa CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELLUNI con el fin de proporcionar un mejor control de la calidad bajo la normatva vigente.

4.3.3.3

Ensayo de Alabeo Ladrillera Trujillo



Laboratorio de mecánica de suelos y materiales

CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI S.A.S.
 RUC: 2010432331

Ing. Fidel G. Torres Salas
 DIRECTOR GENERAL LABORATORIO
 CALIDAD TEST GEO ELUNI

ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA

PROYECTO : ANALISIS FISICO Y MECANICO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE PRODUCCION ARTESANAL DE LA CIUDAD DE HUANUCO

UBICACION : HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA : Bach. Ing Civil Freddy Wilson Rios Vasquez

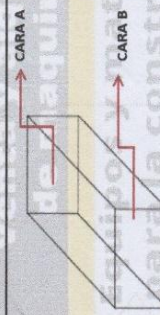
FECHA : 27/12/2017

NORMA TECNICA PERUANA NTP 399.613 Y 339.604

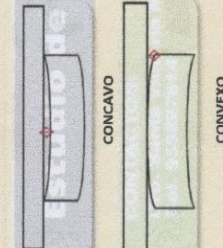
OBJETIVO: Determinar la magnitud del alabeo en las unidades de albañilería

MUESTRA: Unidades artesanales de albañilería macizas, 21x12x7 cm, marca TRUJILLO, muestreado por el solicitante.

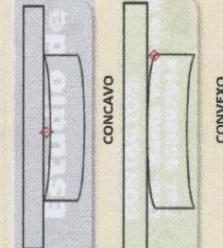
NRO.	IDENTIFICACION	CARA A (mm)		CARA B (mm)	
		CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
1	M 01	4	0	2	0
2	M 02	0	3	3	0
3	M 03	2	0	2	0
4	M 04	3	0	0	4
5	M 05	3	0	3	0
6	M 06	0	2	0	3
7	M 07	1	0	1	0
8	M 08	0	3	0	3
9	M 09	3	0	2	0
10	M 10	0	4	0	4
PROMEDIOS PARCIALES		2	2	3	2
PROMEDIO					
CONCAVO		2.5 mm			
CONVEXO		2 mm			



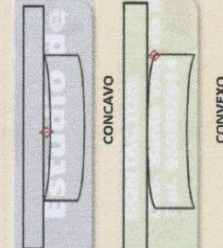
CARA A



CARA B



CONCAVO



CONVEXO

CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI S.A.S.
 RUC: 2010432331

Ing. Antonio Verde
 JEFE DEL LABORATORIO
 CALIDAD TEST GEO ELUNI

CONTACTOS:
 Urb. Santa Victoria Mz. A Lte. 9 - Huanuco
 Cel. 955897614

QUALITY TEST GEO ELUNI: Laboratorio de control de calidad Geo Eluni: es la marca del servicio de Laboratorio de mecánica de suelos y materiales que brinda la empresa CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI con el fin de propiciar un mejor control de la calidad bajo la normativa vigente.

4.3.3 Ensayo de Resistencia a la Compresión

4.3.3.1 Ensayo de Resistencia a la Compresión Ladrillera Chapacuate



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"
UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"
HUANUCO - PERÚ
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

PROYECTO : ANALISIS FISICO Y MECANICO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE PRODUCCION ARTESANAL DE LA CIUDAD DE HUANUCO

LADRILLERA : CHAPACUETE

SOLICITA : Bach.Ing Civil Freddy Wilson Rios Vasquez

FECHA EMISION : 22/03/2014

ACTUALIZADO AL : 22/12/2017

1. NORMATIVA:

NTP 399.613:2005

2. OBJETIVO:

Determinar la resistencia a la compresión de unidades de albañilería de la ladrillera chapacuate, con fines de investigación

3. MATERIALES:

Capping de yeso-cemento
Unidades artesanales de albañilería de la ladrillera TRUJILLO, muestreados por el solicitante.

3. EQUIPOS:

Horno en 110°C (24 hrs)
Super "L" Testing Machine, (Marca: TINIUS OLSEN)

4. RESULTADOS:

N°	Especimen	Largo (mm)		Ancho (mm)		Altura (mm)	Carga Máxima	Area bruta	fb
		L1	L2	A1	A2	H	Kgf	cm ²	Kg/cm ²
01	CH-01	123.0	120.0	106.0	107.0	65.0	10700.00	129.398	82.69
02	CH-02	119.0	120.0	107.0	105.0	65.0	13950.00	126.670	110.13
03	CH-03	120.0	120.0	105.0	105.0	65.0	9610.00	126.000	76.27
04	CH-04	118.0	118.0	107.0	105.0	64.5	10010.00	125.080	80.03
05	CH-05	122.0	125.0	103.0	108.0	65.0	13550.00	130.293	104.00
06	CH-06	123.0	124.0	106.0	107.0	65.0	9968.00	131.528	75.79
07	CH-07	122.0	121.5	105.0	108.0	66.0	10536.00	129.664	81.26
08	CH-08	122.5	125.0	107.0	105.0	64.5	11789.00	131.175	89.87
09	CH-09	124.0	126.0	103.0	108.0	65.0	10405.00	131.875	78.90
10	CH-10	122.0	123.0	107.0	108.0	65.0	9739.00	131.688	73.96
11	CH-11	119.0	120.0	106.0	105.0	64.5	10420.00	126.073	82.65
12	CH-12	123.0	124.0	103.0	108.0	65.0	15892.00	130.293	121.97
13	CH-13	122.0	124.0	105.0	107.0	65.5	12650.00	130.380	97.02
14	CH-14	119.0	120.0	108.0	106.0	64.5	9390.00	127.865	73.44
15	CH-15	120.0	123.0	105.0	106.0	65.0	13942.00	128.183	108.77

fb: 89.12 Kg/cm²
 α : 15.45 Kg/cm²
 f' b: 73.67 (7.4) Kg/cm² (Mpa)

5. OBSERVACIONES:

La información referente al muestreo, procedencia, identificación ha sido proporcionado por el solicitante



B/Ing. Omar García C
ENCARGADO DE ENAYOS
-ICA - UNHEVAL



Ing. Antonio Dominguez M.
C.I.P. N° 62225
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL

4.3.4.2 Ensayo de Resistencia a la Compresión Ladrillera El Salvador



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"
UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"
HUANUCO - PERÚ
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

PROYECTO : ANALISIS FISICO Y MECANICO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE PRODUCCION ARTESANAL DE LA CIUDAD DE HUANUCO

LADRILLERA : EL SALVADOR

SOLICITA : Bach.Ing Civil Freddy Wilson Rios Vasquez

FECHA EMISION : 22/03/2014

ACTUALIZADO AL : 22/12/2017

1. NORMATIVA:

NTP 399.613:2005

2. OBJETIVO:

Determinar la resistencia a la compresión de unidades de albañilería de la ladrillera EL SALVADOR, con fines de investigación

3. MATERIALES:

Capping de yeso-cemento

Unidades artesanales de albañilería de la ladrillera EL SALVADOR, muestreados por el solicitante.

3. EQUIPOS:

Horno en 110°C (24 hrs)

Super "L" Testing Machine, (Marca: TINIUS OLSEN)

4. RESULTADOS:

N°	Especimen	Largo (mm)		Ancho (mm)		Altura (mm)	Carga Máxima	Area bruta	f _b
		L1	L2	A1	A2	H	Kgf	cm ²	Kg/cm ²
01	S-01	117.0	119.0	107.0	107.0	65.5	6360.00	126.260	50.37
02	S-02	120.0	115.0	108.0	106.0	66.0	6482.00	125.725	51.56
03	S-03	108.0	105.0	107.0	106.0	65.0	11960.00	113.423	105.45
04	S-04	121.0	120.0	108.0	106.0	64.5	10710.00	128.935	83.07
05	S-05	115.0	118.0	105.5	107.0	66.0	15600.00	123.781	126.03
06	S-06	117.0	118.0	104.0	106.0	65.0	10569.00	123.375	85.67
07	S-07	120.0	119.0	105.0	107.0	66.0	9678.00	126.670	76.40
08	S-08	116.0	117.5	106.5	108.0	65.0	6448.00	125.214	51.50
09	S-09	117.0	120.0	109.0	110.0	64.5	14596.00	129.758	112.49
10	S-10	119.0	121.0	107.0	108.0	65.0	9449.00	129.000	73.25
11	S-11	118.0	115.0	105.0	104.0	65.0	8439.00	121.743	69.32
12	S-12	115.0	118.0	106.0	105.0	65.5	6720.00	122.908	54.68
13	S-13	108.0	107.0	109.0	106.0	64.5	9960.00	115.563	86.19
14	S-14	114.0	116.5	105.5	107.0	65.0	6238.00	122.453	50.94
15	S-15	120.0	118.0	107.0	105.0	65.4	6968.00	126.140	55.24

f_b: 75.48 Kg/cm²

σ: 24.44 Kg/cm²

f' b: 51.03 (5.1) Kg/cm² (Mpa)

5. OBSERVACIONES:

La información referente al muestreo, procedencia, identificación ha sido proporcionado por el solicitante



Bling
Bling. Omar González C
ENCARGADO DE ENSAYOS
FICA - UNHEVAL



Antonio
Ing. Antonio Domínguez M.
C.I.P. N° 62225
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL

4.3.4.3 Ensayo de Resistencia a la Compresión Ladrillera Trujillo



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"
UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"
HUANUCO - PERÚ
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

PROYECTO : ANALISIS FISICO Y MECANICO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE PRODUCCION ARTESANAL DE LA CIUDAD DE HUANUCO

LADRILLERA : TRUJILLO

SOLICITA : Bach.Ing Civil Freddy Wilson Rios Vasquez

FECHA EMISION : 22/03/2014

ACTUALIZADO : 22/12/2017

1. NORMATIVA:

NTP 399.613:2005

2. OBJETIVO:

Determinar la resistencia a la compresión de unidades de albañilería de la ladrillera TRUJILLO, con fines de investigación

3. MATERIALES:

Capping de yeso-cemento

Unidades artesanales de albañilería de la ladrillera TRUJILLO, muestreados por el solicitante.

3. EQUIPOS:

Horno en 110°C (24 hrs)

Super "L" Testing Machine, (Marca: TINIUS OLSEN)

4. RESULTADOS:

N°	Especimen	Largo (mm)		Ancho (mm)		Altura (mm)	Carga Máxima	Area bruta	fb
		L1	L2	A1	A2	H	Kgf	cm2	Kg/cm2
01	T-01	117.0	116.0	107.0	107.0	65.5	6756.00	124.655	54.20
02	T-02	117.0	115.0	108.0	106.0	65.0	6630.00	124.120	53.42
03	T-03	117.0	117.0	107.0	106.0	66.0	10790.00	124.605	86.59
04	T-04	118.0	120.0	108.0	106.0	64.0	7330.00	127.330	57.57
05	T-05	120.0	121.0	106.0	107.0	65.0	9120.00	128.333	71.07
06	T-06	123.0	122.5	105.0	106.0	65.0	9486.00	129.501	73.25
07	T-07	122.0	121.5	107.0	105.0	66.5	8586.00	129.055	66.53
08	T-08	122.5	121.0	106.0	105.0	65.0	9768.00	128.446	76.05
09	T-09	122.0	120.0	108.0	107.0	65.5	7745.00	130.075	59.54
10	T-10	121.0	123.0	105.0	107.0	65.0	9530.00	129.320	73.69
11	T-11	121.0	124.0	106.0	104.0	65.5	8756.00	128.625	68.07
12	T-12	116.0	118.0	107.0	108.0	65.0	9790.00	125.775	77.84
13	T-13	115.0	118.0	108.0	107.0	65.5	6930.00	125.238	55.33
14	T-14	117.0	120.0	105.0	109.0	65.0	7230.00	126.795	57.02
15	T-15	123.0	121.0	106.0	108.0	65.5	8862.00	130.540	67.89

fb: 66.54 Kg/cm2
σ: 10.04 Kg/cm2
f' b: 56.50 (5.6) Kg/cm2 (Mpa)

5. OBSERVACIONES:

La información referente al muestreo, procedencia, identificación ha sido proporcionado por el solicitante



B/Ing. Omar González C
ENCARGADO DE ENSAYOS
FICA - UNHEVAL



Ing. Antonio Domínguez III
C.I.P. N° 62225
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL

Los ensayos de Resistencia a la Compresión de las unidades de albañilería (de las distintas ladrilleras), se desarrollaron en base a las especificaciones de la NTP (Norma Técnica Peruana) 399.613 y 339.604. Donde se recomienda ensayar 5 especímenes por lote, teniendo en cuenta éste punto; se optó a modo personal, realizar dichos ensayos de compresión a 15 especímenes por lote con la intención de tener un mayor grado de certidumbre en los resultados arrojados, por ello se ensayaron 45 especímenes; contando el total entre las tres ladrilleras.

Este ensayo se realizó en el laboratorio central de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán “UNHEVAL”, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, con muestras sometidas a compresión de medias unidades de albañilería secas; para lo cual, en las superficies de asiento se coloca un caping de yeso (capa de yeso) con la intención de uniformizar, nivelar y distribuir uniformemente la carga aplicada como se muestra en el panel fotográfico.

La carga de compresión se aplicó de forma perpendicular a la cara de asiento, con una velocidad de desplazamiento entre los cabezales de la máquina de ensayos de 1.25 mm/min.; o, dicho de otro modo, se controla la velocidad de carga de manera que se llegue a la rotura en un tiempo estimado de 3 a 5 minutos.

Por otra parte, la Resistencia a la Compresión ($f'_{cb}=f'_b$) se determina dividiendo la carga de rotura o carga última (P_u) entre el área bruta (A) de la unidad.

$$F'_b = P_u / A$$

La resistencia característica se obtendrá restando la desviación estándar al valor promedio de la muestra.

En la tabla 4.1, se aprecia la resistencia a la compresión (f'_b). Como referencia bibliográfica la siguiente tabla muestra algunos valores de la resistencia a la compresión de diferentes unidades de mampostería. (Bonnet 2003).

MATERIAL	INTERVALO DE f'_b (Kg/cm ²)
PIEDRA	410 < f'_b < 100
CONCRETO MACIZO	150 < f'_b < 250
ARCILLA	50 < f'_b < 200
CONCRETO LIGERO	40 < f'_b < 60
ADOBE	10 < f'_b < 15

Tabla 4.1. Resistencia a la compresión de varias unidades de mampostería.

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Contrastación de los Resultados del Trabajo de Laboratorio con los Referentes Bibliográficos de las Bases Teóricas

5.1.1 Resultado Final del Ensayo de Variación Dimensional

Tabla VD.1 Resumen de Valores de la Variación Dimensional Ladrillera Chapacuate.

<i>ESPÉCIMEN</i>	<i>MEDIDA PROMEDIO (MP)</i>	<i>MEDIDA FABRICANTE (ME)</i>	<i>V %</i>
<i>LARGO (mm)</i>	21.11	21	0.51
<i>ANCHO (mm)</i>	11.83	12	1.46
<i>ALTO (mm)</i>	6.83	7	2.39

Por inspección de la **Tabla VD.1** se deduce que, las unidades estudiadas de la Ladrillera Chapacuate poseen una variación en sus dimensiones de manera aceptable (según se indica en RNE E.070, Capítulo 3, Artículo 5.2), la norma indica los valores:

- ✓ $L=±8\text{mm}$, $A=±6\text{mm}$, $H=±4\text{mm}$; y los valores arrojados en el ensayo son:
- ✓ $L=0.51\text{mm}$, $A=1.46\text{mm}$, $H=2.39\text{mm}$

Por lo que se culmina diciendo que los valores de Variación Dimensional de las unidades de la Ladrillera Chapacuate **SI CUMPLEN** con el RNE.

Tabla VD.2 Resumen de Valores de la Variación Dimensional Ladrillera El Salvador.

ESPÉCIMEN	MEDIDA PROMEDIO (MP)	MEDIDA FABRICANTE (ME)	V %
LARGO (mm)	20.89	21	0.53
ANCHO (mm)	11.88	12	0.98
ALTO (mm)	6.91	7	1.36

Por inspección de la **Tabla VD.2** se deduce que, las unidades estudiadas de la Ladrillera El Salvador poseen una variación en sus dimensiones de manera aceptable (según se indica en RNE E.070, Capítulo 3, Artículo 5.2), la norma indica los valores:

- L=±8mm, A=±6mm, H=±4mm; y los valores arrojados en el ensayo son:
- L=0.53mm, A=0.98mm, H=1.36mm

Por lo que se culmina diciendo que los valores de Variación Dimensional de las unidades de la Ladrillera El Salvador **SI CUMPLEN** con el RNE.

Tabla VD.3 Resumen de Valores de la Variación Dimensional Ladrillera Trujillo.

ESPÉCIMEN	MEDIDA PROMEDIO (MP)	MEDIDA FABRICANTE (ME)	V %
LARGO (mm)	21.14	21	0.65
ANCHO (mm)	12.13	12	1.06
ALTO (mm)	6.82	7	2.59

Por inspección de la **Tabla VD.3** se deduce que, las unidades estudiadas de la Ladrillera Trujillo poseen una variación en sus dimensiones de manera aceptable (según se indica en RNE E.070, Capítulo 3, Artículo 5.2), la norma indica los valores:

- L=±8mm, A=±6mm, H=±4mm; y los valores arrojados en el ensayo son:

- /8L=0.65mm, A=1.06mm, H=2.59mm

Por lo que se culmina diciendo que los valores de Variación Dimensional de las unidades de la Ladrillera Trujillo **SI CUMPLEN** con el RNE.

5.1.2 Resultado Final del Ensayo de Absorción

Tabla AB.1 Resumen de Valores de Absorción Ladrillera Chapacuate.

		<i>PESO SECO</i>	<i>PESO SATURADO</i>	<i>%</i>
<i>N°</i>	<i>IDENTIFICACIÓN</i>	<i>(gr)</i>	<i>(gr)</i>	<i>ABSORCIÓN</i>
1	M01	28.61	32.94	15.13
2	M02	28.92	33.41	15.53
3	M03	27.94	32.30	15.60
4	M04	28.37	32.70	15.26
5	M05	28.56	32.95	15.37
		<i>% PROMEDIO DE ABSORCIÓN</i>		15.38

Como podemos observar en la **Tabla AB.1**, el valor del porcentaje de la Absorción es de 15.38%, valor que se encuentra por debajo de lo establecido en la norma que no será mayor a 22% (RNE E.070, Capítulo 3, Artículo 5.5), por lo tanto, **SI CUMPLE** con el RNE.

Tabla AB.2 Resumen de Valores de Absorción Ladrillera El Salvador.

N°	IDENTIFICACIÓN	PESO SECO	PESO SATURADO	%
		(gr)	(gr)	ABSORCIÓN
1	M01	2865	3312	15.60
2	M02	2913	3387	16.27
3	M03	2869	3340	16.42
4	M04	2894	3370	16.45
5	M05	2945	3410	15.79
			% PROMEDIO DE ABSORCIÓN	16.11

Como podemos observar en la **Tabla AB.2**, el valor del porcentaje de la Absorción es de 16.11%, valor que se encuentra por debajo de lo establecido en la norma que no será mayor a 22% (RNE E.070, Capítulo 3, Artículo 5.5), por lo tanto, **SI CUMPLE** con el RNE.

Tabla AB.3 Resumen de Valores de Absorción Ladrillera Trujillo.

N°	IDENTIFICACIÓN	PESO SECO	PESO SATURADO	%
		(gr)	(gr)	ABSORCIÓN
1	M01	2951	3386	14.74
2	M02	2923	3405	16.49
3	M03	2986	3450	15.54
4	M04	2987	3470	16.17
5	M05	2951	3420	15.89
			% PROMEDIO DE ABSORCIÓN	15.77

Como podemos observar en la **Tabla AB.3**, el valor del porcentaje de la Absorción es de 15.77%, valor que se encuentra por debajo de lo establecido en la norma que no será mayor a

22% (RNE E.070, Capítulo 3, Artículo 5.5), por lo tanto, **SI CUMPLE** con el RNE.

5.1.3 Resultado Final del Ensayo de Alabeo

Tabla AL.1 Resumen de Valores de Alabeo Ladrillera Chapacuate.

N°	IDENTIFICACIÓN	CARA "A"		CARA "B"	
		CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
		(mm)		(mm)	
1	M 01	3	0	2	0
2	M02	2	0	0	3
3	M 03	3	0	0	4
4	M 04	3	0	0	4
5	M 05	1	0	3	0
6	M 06	0	2	0	2
7	M 07	2	0	2	0
8	M 08	0	2	0	2
9	M 09	3	0	0	3
10	M 10	0	4	0	4
PROM. PARCIALES		2	1	1	3

PROMEDIO CÓNCAVO:	1.5mm
PROMEDIO CONVEXO:	2mm

Tal como se aprecia en la **Tabla AL.1**, el valor promedio del Alabeo cóncavo es de 1.5mm y el promedio del Alabeo convexo es de 2mm, son valores que se encuentran dentro de lo permisible en el reglamento que es de 10mm. (RNE E.070, Capítulo 3, Artículo 5.2), por lo tanto, **SI CUMPLE** con el RNE.

Tabla AL.2 Resumen de Valores de Alabeo Ladrillera El Salvador.

N°	IDENTIFICACIÓN	CARA "A"		CARA "B"	
		CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
		(mm)		(mm)	
1	M 01	0	2	2	0
2	M02	0	3	2	0
3	M 03	2	0	0	3
4	M 04	0	4	0	3
5	M 05	0	3	4	0
6	M 06	0	2	4	0
7	M 07	3	0	2	0
8	M 08	2	0	2	0
9	M 09	0	3	0	3
10	M 10	0	4	0	4
PROM. PARCIALES		1	3	2	2

PROMEDIO CÓNCAVO:	1.5mm
PROMEDIO CONVEXO:	2.5mm

Tal como se aprecia en la **Tabla AL.2**, el valor promedio del Alabeo cóncavo es de 1.5mm y el promedio del Alabeo convexo es de 2.5mm, son valores que se encuentran dentro de lo permisible en el reglamento que es de 10mm. (RNE E.070, Capítulo 3, Artículo 5.2), por lo tanto, **SI CUMPLE** con el RNE.

Tabla AL.3 Resumen de Valores de Alabeo Ladrillera Trujillo.

N°	IDENTIFICACIÓN	CARA "A"		CARA "B"	
		CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
		(mm)		(mm)	
1	M 01	4	0	2	0
2	M02	0	3	3	0
3	M 03	2	0	2	0
4	M 04	3	0	0	4
5	M 05	3	0	3	0
6	M 06	0	2	0	3
7	M 07	1	0	1	0
8	M 08	0	3	0	3
9	M 09	3	0	2	0
10	M 10	0	4	0	4
PROM. PARCIALES		2	2	3	2

PROMEDIO CÓNCAVO:	2.5mm
PROMEDIO CONVEXO:	2mm

Tal como se aprecia en la **Tabla AL.3**, el valor promedio del Alabeo cóncavo es de 2.5mm y el promedio del Alabeo convexo es de 2mm, son valores que se encuentran dentro de lo permisible en el reglamento que es de 10mm. (RNE E.070, Capítulo 3, Artículo 5.2), por lo tanto, **SI CUMPLE** con el RNE.

5.1.4 Resultado Final del Ensayo de Resistencia a la Compresión

Tabla RC.1 Comparación de la Resistencia a la Compresión Ladrillera Chapacuate.

N°	ESPÉCIMEN	LARGO (mm)		ANCHO (mm)		ALTO (mm)	CARGA MÁX.	ÁREA BRUTA	fb	
		L1	L2	A1	A2	H	Kgf	cm2	Kg/cm2	
1	CH-01	123.00	120.00	106.00	107.00	65.00	107000.00	129.40	82.69	
2	CH-02	119.00	120.00	107.00	105.00	65.00	13950.00	126.67	110.13	
3	CH-03	120.00	120.00	105.00	105.00	65.00	9610.00	126.00	76.27	
4	CH-04	118.00	118.00	107.00	105.00	64.50	10010.00	125.08	80.03	
5	CH-05	122.00	125.00	103.00	108.00	65.00	13550.00	130.29	104.00	
6	CH-06	123.00	124.00	106.00	107.00	65.00	9968.00	131.53	75.79	
7	CH-07	122.00	121.50	105.00	108.00	66.00	10536.00	129.66	81.26	
8	CH-08	122.50	125.00	107.00	105.00	64.50	11789.00	131.18	89.87	
9	CH-09	126.00	126.00	103.00	108.00	65.00	10405.00	131.88	78.90	
10	CH-10	122.00	123.00	107.00	108.00	65.00	9739.00	131.69	73.96	
11	CH-11	119.00	120.00	106.00	105.00	64.50	10420.00	126.07	82.65	
12	CH-12	123.00	124.00	103.00	108.00	65.00	15892.00	130.29	121.97	
13	CH-13	122.00	124.00	105.00	107.00	65.50	12650.00	130.38	97.02	
14	CH-14	119.00	120.00	108.00	106.00	64.50	9390.00	127.87	73.44	
15	CH-15	120.00	123.00	105.00	106.00	65.00	13942.00	128.18	108.77	
								Promedio (fb)	89.12	Kg/cm2
								δ	15.45	Kg/cm2
								f'b	73.67	Kg/cm2

$f'b=73.67 \text{ Kg/cm}^2 \text{ ó } 7.40 \text{ Mpa}$

A continuación, se muestra la **Tabla RC.1** donde se presenta el resumen de los ensayos de Resistencia a la Compresión de las unidades de arcilla de la Ladrillera Chapacuate, donde se puede comparar que:

- La Resistencia a la Compresión mínima; según la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, es de 4.9Mpa ó 50Kg/cm2 para unidades del tipo I (RNE E.070, Capítulo 3, Artículo 5.2) y el resultado que arroja el ensayo realizado es de 7.40Mpa ó 73.67Kg/cm2; por lo

que se confirma que **SI CUMPLE** con el RNE, presentando una resistencia y durabilidad aprobatoria.

Tabla RC.2 Comparación de la Resistencia a la Compresión Ladrillera El Salvador.

N°	ESPÉCIMEN	LARGO (mm)		ANCHO (mm)		ALTO (mm)	CARGA MÁX.	ÁREA BRUTA	fb		
		L1	L2	A1	A2	H	Kgf	cm2	Kg/cm2		
1	ES-01	117.00	119.00	107.00	107.00	65.50	6360.00	126.26	50.37		
2	ES-02	120.00	115.00	108.00	106.00	66.00	6482.00	125.73	51.56		
3	ES-03	108.00	105.00	107.00	106.00	65.00	11960.00	113.42	105.45		
4	ES-04	121.00	120.00	108.00	106.00	64.50	10710.00	128.94	83.07		
5	ES-05	115.00	118.00	105.50	107.00	66.00	15600.00	123.78	126.03		
6	ES-06	117.00	118.00	104.00	106.00	65.00	10569.00	123.38	85.67		
7	ES-07	120.00	119.00	105.00	107.00	66.00	9678.00	126.67	76.40		
8	ES-08	116.00	106.50	106.50	108.00	65.00	6448.00	125.21	51.50		
9	ES-09	117.00	120.00	109.00	110.00	66.00	14596.00	129.76	112.49		
10	ES-10	119.00	121.00	107.00	108.00	65.00	9449.00	129.00	73.25		
11	ES-11	118.00	115.00	105.00	104.00	65.00	8439.00	121.74	69.32		
12	ES-12	115.00	118.00	106.00	105.00	65.50	6720.00	122.91	54.68		
13	ES-13	108.00	107.00	109.00	106.00	64.50	9960.00	115.56	86.19		
14	ES-14	114.00	116.50	105.50	107.00	65.00	6238.00	122.45	50.94		
15	ES-15	120.00	118.00	107.00	105.00	65.40	6968.00	126.14	55.24		
									Promedio (fb)	75.48	Kg/cm2
									δ	24.44	Kg/cm2
									f'b	51.03	Kg/cm2

f'b=51.03 Kg/cm2 ó 5.10 Mpa

A continuación, se muestra la **Tabla RC.2** donde se presenta el resumen de los ensayos de Resistencia a la Compresión de las unidades de arcilla de la Ladrillera El Salvador, donde se puede comparar que:

- La Resistencia a la Compresión mínima; según la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, es de 4.9Mpa ó 50Kg/cm2 para unidades del tipo I (RNE E.070, Capítulo 3, Artículo 5.2) y el resultado que arroja el ensayo

realizado es de 5.10Mpa ó 51.03Kg/cm²; por lo que se confirma que **SI CUMPLE** con el RNE, presentando una resistencia y durabilidad aprobatoria.

Tabla RC.3 Comparación de la Resistencia a la Compresión Ladrillera Trujillo.

N°	ESPÉCIMEN	LARGO (mm)		ANCHO (mm)		ALTO (mm)	CARGA MÁX.	ÁREA BRUTA	fb		
		L1	L2	A1	A2	H	Kgf	cm ²	Kg/cm ²		
1	T-01	117.00	116.00	107.00	107.00	65.50	6756.00	124.66	54.20		
2	T-02	117.00	115.00	108.00	106.00	65.00	6630.00	124.12	53.42		
3	T-03	117.00	117.00	107.00	106.00	66.00	10790.00	124.61	86.59		
4	T-04	118.00	120.00	108.00	106.00	64.00	7330.00	127.33	57.57		
5	T-05	120.00	121.00	106.00	107.00	65.00	9120.00	128.33	71.07		
6	T-06	123.00	122.50	105.00	106.00	65.00	9486.00	129.50	73.25		
7	T-07	122.00	121.50	107.00	105.00	66.50	8586.00	129.06	66.53		
8	T-08	122.50	121.00	106.00	105.00	65.00	9768.00	128.45	76.05		
9	T-09	122.00	120.00	108.00	107.00	65.50	7745.00	130.08	59.54		
10	T-10	121.00	123.00	105.00	107.00	65.00	9530.00	129.32	73.69		
11	T-11	121.00	124.00	106.00	104.00	65.50	8756.00	128.63	68.07		
12	T-12	116.00	118.00	107.00	108.00	65.00	9790.00	125.78	77.84		
13	T-13	115.00	118.00	108.00	107.00	65.50	6930.00	125.24	55.33		
14	T-14	117.00	120.00	105.00	109.00	65.00	7230.00	126.80	57.02		
15	T-15	123.00	121.00	106.00	108.00	65.50	8862.00	130.54	67.89		
									Promedio (fb)	66.54	Kg/cm²
									δ	10.04	Kg/cm²
									fb	56.5	Kg/cm²

$f'b=56.50 \text{ Kg/cm}^2 \text{ ó } 5.60 \text{ Mpa}$

A continuación, se muestra la **Tabla RC.3** donde se presenta el resumen de los ensayos de Resistencia a la Compresión de las unidades de arcilla de la Ladrillera Trujillo, donde se puede comparar que:

- ✓ La Resistencia a la Compresión mínima; según la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, es de 4.9Mpa ó 50Kg/cm² para unidades del tipo I (RNE E.070, Capítulo 3, Artículo 5.2) y el resultado que arroja el ensayo

realizado es de 5.60Mpa ó 56.50Kg/cm²; por lo que se confirma que **SI CUMPLE** con el RNE, presentando una resistencia y durabilidad aprobatoria.

5.2 Contrastación de la Hipótesis General

- ✓ De acuerdo a la Hipótesis General que se ha planteado para la presente Tesis, diremos en general que las unidades de albañilería de arcilla fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco (Ladrilleras Chapacuate, El Salvador y Trujillo), **SÍ CUMPLEN** con los requerimientos de la Norma E. 070 de ALBAÑILERÍA, ya que la prueba de Resistencia a la Compresión nos arroja valores aceptables o por encima de lo estipulado en dicha Norma, debido a que dicha prueba es la más importante de todas; teniendo en cuenta que la prueba de Resistencia a la Compresión va a influenciar en gran medida en la resistencia de la albañilería.

De acuerdo a lo mencionado en el párrafo anterior, diremos entonces que la Hipótesis General que se planteó al inicio del estudio: “Sí las Propiedades Físicas y Mecánicas de las unidades de albañilería de arcilla (ladrillos) fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco **SÍ CUMPLEN** con los requerimientos de la Norma E.070 de Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente; entonces, se recomienda la utilización de estas unidades en la construcción de edificaciones de albañilería”, **ES VERDADERA**

5.3 Aporte Científico de la Investigación

La tesis que se desarrolló, contiene básicamente un aporte científico positivo importante, desde el punto de vista de Seguridad, ya que los resultados finales obtenidos son de gran ayuda a la sociedad y propietarios de viviendas en proceso de construcción que decidan construir sus edificaciones con las unidades de arcilla, ya que luego de ésta investigación realizada se recomendará que construyan sus viviendas con la certeza y tranquilidad de trabajar con un material de garantía que les ofrezca seguridad y confianza.

Por otra parte, sabiendo que las unidades de arcilla producidas en la ciudad de Huánuco, las cuales son usadas por la mayoría de la población en la mayoría de sus edificaciones tendrán la certeza de contar con una edificación sin problemas de concepción estructural, sin rajaduras, etc.

Por lo tanto, del párrafo anterior se deduce el aporte científico del presente estudio de investigación, denominado; TESIS: “Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas de las unidades de albañilería de arcilla fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco durante el año 2017”, ES DE CARÁCTER POSITIVO A LA SOCIEDAD, debido a que se corrobora el cumplimiento de las normas técnicas vigentes en el país, esto ayudará a garantizar un buen comportamiento estructural en la vida útil de las edificaciones que usen unidades de arcilla logrando de este modo aportar al empleo de la mano de obra local mediante la fabricación de ladrillos en nuestra ciudad y evitando así el uso de unidades fabricadas en otras ciudades o en la capital.

CAPÍTULO VI

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6.1 Bibliografía

- Construcciones de Albañilería, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, San Bartolomé, Ángel (1,998).
- Evaluación de las características estructurales de la albañilería producidas con unidades fabricadas en la Región Grau – Piura, Tesis para optar el grado me Magister en Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú. Fontana Palacios, Alejandro (1,999).
- “Albañilería Estructural”, Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú, Gallegos, Héctor (1,989).
- “Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería”, Ing. Flavio Abanto Castillo (Enero 2,012).
- “Manual básico del Ingeniero Residente en Edificación”, Cámara Peruana de la Construcción CAPECO.
- Reglamento Nacional de Edificaciones RNE.
- Norma de albañilería E.070 vigente.
- “Mampostería y Construcción”, Esteban Villasante Sánchez.
- “Metodología de la Investigación”, Roberto Hernández Sampieri, 6ta. Edición.
- www.elosopanda.com

- www.intercambiosvirtudes.org

- Manual de Ejecución de ladrillo cara vista, Sección ladrillo cara vista Hispalyt (ejemplar gratuito).

CONCLUSIONES

- Los resultados de las unidades de albañilería sometidas a pruebas de Variación Dimensional alcanzan los valores de:

Ladrillera Chapacuate: L=-0.51%,
A=1.46% y H=2.39%

➤ Ladrillera El Salvador: L=0.53%,
A=0.98% y H=1.36%

➤ Ladrillera Trujillo: L=0.65%, A=1.06% y
H=2.59%

Por lo que se concluye diciendo que las unidades poseen características aceptables, con resultados que se encuentran dentro de lo permitido y que **SI CUMPLEN** con los valores estipulados en el RNE E. 070 de ALBAÑILERÍA.

- La Absorción de humedad se encuentra dentro de un rango aceptable para este tipo de unidades de albañilería, es decir:

➤ Ladrillera Chapacuate: 15.38%

➤ Ladrillera El Salvador: 16.11%

➤ Ladrillera Trujillo: 15.77%

Por lo que se concluye diciendo que las unidades poseen características aceptables, con resultados que se encuentran dentro de lo permitido y que **SI CUMPLEN** con los valores

estipulados en el RNE E. 070 de ALBAÑILERÍA.

- El Alabeo se encuentra dentro de un rango aceptable dado que ninguna de las ladrilleras excede lo estipulado en la norma que es +- 10mm, por lo que se concluye diciendo que las unidades poseen características aceptables, con resultados que se encuentran dentro de lo permitido y que **SI CUMPLEN** con los valores estipulados en el RNE E. 070 de ALBAÑILERÍA.

- Según los resultados de las unidades de albañilería sometidas a pruebas de resistencia a la compresión ($f'b$), los valores alcanzados por las unidades de las Ladrilleras Chapacuate, El Salvador y Trujillo arrojan un valor de 73.67Kg/cm², 51.03Kg/cm² y 56.50Kg/cm² respectivamente, resultado que supera el valor mínimo que es de 50 Kg/cm² (de acuerdo al RNE E.070 de ALBAÑILERÍA).

En términos generales, la prueba de Resistencia a la Compresión resulta ser la propiedad más importante en estudio, ya que define el grado de resistencia y durabilidad de la edificación, así como su buen comportamiento estructural dentro de la albañilería.

Por otra parte; es preciso mencionar que, aun teniendo ladrillos de buena calidad, si no se cuenta con asesoramiento técnico o una buena mano de obra calificada, se efectuarán

procesos constructivos defectuosos con morteros de mala calidad y por ende la edificación será defectuosa; por lo que: LA ALBAÑILERÍA RESULTANTE NO SERÁ BUENA.

RECOMENDACIONES

- Puesto que la resistencia a la compresión encontrada para las Ladrilleras Chapacuate, El Salvador y Trujillo, superan el valor mínimo permitido por la norma E.070 RNE ($f'_{b}=50 \text{ Kg/cm}^2$), se recomienda usar las unidades de albañilería estudiadas en muros no portantes, parapetos, tabiquerías de subdivisiones, muros perimétricos, entre otros que soporten carga moderada.
- No se recomienda su utilización muros portantes en edificaciones mayores a 4 pisos.
- Sí se recomienda su uso en muros portantes de hasta 2 pisos.
- Es necesario tener en cuenta el efecto provocado por la variación dimensional ya que; si tenemos valores muy excesivos, entonces las unidades estudiadas al constituirse en los muros de una edificación pueden generar gastos adicionales imprevistos en los materiales empleados para la elaboración del mortero, así como una disminución de la resistencia a la compresión de la albañilería.
- Se recomienda tener en cuenta esta investigación con el fin de capacitar a las personas involucradas en el rubro de la construcción en cuanto a normas de albañilería confinada utilizando las unidades de albañilería fabricadas artesanalmente en la ciudad de Huánuco.

- Se recomienda no utilizar unidades artesanales en la construcción de muros expuestos a la intemperie; como fachadas o muros perimétricos sin tarrajeo o revoques.

ANEXOS

(ANEXO A)

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN
DEL PROYECTO DE TRABAJO
DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 850-2017-CF-FI-UDH

Huánuco, 11 de Diciembre 2017

Visto, el Oficio N° 412-C-PAIC-FI-UDH-2017, del Coordinador Académico Ingeniería Civil, referente al bachiller Freddy Wilson RÍOS VÁSQUEZ, del Programa Académico Ingeniería Civil Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

CONSIDERANDO:

Que, según Resolución N° 560-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 2263-17, del Programa Académico de, Ingeniería Civil Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por el bachiller, ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N°412-C-PAIC-FI-UDH-2017, del Presidente de la Comisión Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Informa que recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 09 de Diciembre del 2017 normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- APROBAR, el Proyecto de Investigación Titulado:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO DURANTE EL AÑO 2017 presentado por el bachiller Freddy Wilson RÍOS VÁSQUEZ para optar el Título de Ingeniero Civil del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad Huánuco

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Ricardo Sachun
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

(ANEXO B)

RESOLUCIÓN DE
NOMBRAMIENTO DE ASESOR
DE TESIS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 394-2017-D-FI-UDH

Huánuco, 07 de julio de 2017

Visto, el Expediente N° 1149-17, presentado por el alumno **Freddy Wilson, RÍOS VÁSQUEZ** del Programa Académico de Ingeniería Civil, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 1149-17, del alumno **Freddy Wilson, RÍOS VÁSQUEZ**, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Ing. Percy Mello Dávila Herrera, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27º y 28º del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis del alumno **Freddy Wilson, RÍOS VÁSQUEZ** al Ing. Percy Mello Dávila Herrera, Docente del Curso de Asesoramiento de Tesis Profesional del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
[Signature]
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Signature]
Ing. Ricardo Sachun García
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC- Asesor - Exp. Graduando - Mat. y Reg.Acad. - File Personal - Interesado - Archivo.
RSG/PPR/nto

(ANEXO C)

CRONOGRAMA DE
ACTIVIDADES

(ANEXO D)

MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO DURANTE EL AÑO 2,017 CUMPLEN CON LOS REQUISITOS DE LA NORMA E.070 DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>EVALUAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMETE EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO DURANTE EL AÑO 2,017</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO; SÍ CUMPLE CON LOS REQUISITOS DE LA NORMA E.070 DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES VIGENTE</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> DADO QUE SE PLANTEA UN PROBLEMA CONCRETO Y PUNTUAL, EL PRESENTE PROYECTO TIENE UN ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN CUANTITATIVO 	<p>POBLACIÓN:</p> <p>LA POBLACIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN VIENE A SER TODAS LAS LADRILLERAS CON PRODUCCIÓN ARTESANAL UBICADAS EN LA URBANIZACIÓN SANTA MARÍA - ZONA LA COLECTORA EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <p>¿LA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO DURANTE EL AÑO 2,017 CUMPLEN CON LOS REQUISITOS</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>DETERMINAR LA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMETE EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</p> <p>LA VARIACION DIMENSIONAL DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO; SÍ CUMPLE CON LOS REQUISITOS</p>	<p>NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> DE ACUERDO AL PROBLEMA Y OBJETIVOS DEL PRESENTE PROYECTO 	

DE LA NORMA E.070 DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES?	DURANTE EL AÑO 2,017	DE LA NORMA E.070 DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES VIGENTE	EL NIVEL DE INVESTIGACIÓN ES DESCRIPTIVO	
¿LA ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO DURANTE EL AÑO 2,017 CUMPLEN CON LOS REQUISITOS DE LA NORMA E.070 DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES?	DETERMINAR LA ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO DURANTE EL AÑO 2,017	LA ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO; SÍ CUMPLE CON LOS REQUISITOS DE LA NORMA E.070 DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES VIGENTE	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: • EL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN APLICADO EN EL PRESENTE PROYECTO ES EXPERIMENTAL	MUESTRA: LAS MUESTRAS TOMADAS PARA LA PRESENTA CONSTA DE TRES LADRILLERAS; POR MOTIVOS DE VOLUMENES DE PRODUCCIÓN
¿EL ALABEO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO DURANTE EL AÑO 2,017 CUMPLEN CON LOS REQUISITOS DE LA NORMA E.070 DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES?	DETERMINAR EL ALABEO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO DURANTE EL AÑO 2,017	EL ALABEO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMETE EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO SÍ CUMPLE CON LOS REQUISITOS DE LA NORMA E.070 DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES VIGENTE	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: • EL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL PRESENTE PROYECTO ES DE LABORATORIO Ó EXPERIMENTAL	
¿LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMENTE	DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMENTE		

EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO DURANTE EL AÑO 2,017 CUMPLEN CON LOS REQUISITOS DE LA NORMA E.070 DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES?	DE ARCILLA FABRICADAS ARTESANALMETE EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO DURANTE EL AÑO 2,017	EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO; SÍ CUMPLE CON LOS REQUISITOS DE LA NORMA E.070 DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES VIGENTE		
---	--	---	--	--

(ANEXO E)

OPERACIONALIZACIÓN DE LA
VARIABLE

2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA ARTESANAL	* PROCESO DE MEZCLA	* EXTRUSIÓN MANUAL. * EXPERIENCIA DEL OPERARIO. * TIEMPO DE MEZCLADO.
	* PROCESO DE SECADO	* PATIO DE SECADO. * DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES EN EL PATIO DE SECADO * APILAMIENTO DE LAS UNIDADES
	* PROCESO DE COCCIÓN	* TIEMPO DE COCCIÓN * QUEMADO DE LAS UNIDADES * SINTERIZACIÓN
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ARCILLA ARTESANAL	* VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LA UNIDAD	* UNIFORMIDAD DE LAS UNIDADES * OTORGA UN AHORRO EN MATERIAL MORTERO * IMPACTO VISUAL FAVORABLE
	* ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE LA UNIDAD	* ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA * GRADO DE COMPACIDAD DE LA UNIDAD UNIFORME * LIXIVIADO
	* ALABEO DE LA UNIDAD	* EVITA VACIOS ENTRE LAS JUNTAS EN EL ANCHO DEL MURO * PROPORCIONA UN AHORRO EN MATERIAL MORTERO * MINIMIZA EL DESPERDICIO DE MATERIAL
	* RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD	* EDIFICACIONES RESISTENTES * ADECUADO COMPORTAMIENTO SISMICO * BRINDA SEGURIDAD

(ANEXO F)

NORMA E. 070

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 011-2006-VIVIENDA

NORMA TÉCNICA E.070
ALBAÑILERÍA

2006

ÍNDICE

CAPÍTULO 1

ASPECTOS GENERALES.....06

Artículo 1 ALCANCE.....06

Artículo 2 REQUISITOS GENERALES.....06

CAPÍTULO 2

DEFINICIONES Y NOMENCLATURA.....08

Artículo 3 DEFINICIONES.....08

Artículo 4 NOMENCLATURA10

CAPÍTULO 3

COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA.....13

Artículo 5 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA.....13

Artículo 6 MORTERO.....15

Artículo 7 CONCRETO LÍQUIDO O GROUT.....17

Artículo 8 ACERO DE REFUERZO.....19

Artículo 9 CONCRETO.....19

CAPÍTULO 4

PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN.....20

Artículo 10 ESPECIFICACIONES GENERALES.....20

Artículo 11 ALBAÑILERÍA CONFINADA.....21

Artículo 12 ALBAÑILERÍA ARMADA.....22

CAPÍTULO 5

RESISTENCIA DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA.....25

Artículo 13 ESPECIFICACIONES GENERALES.....25

CAPÍTULO 6

ESTRUCTURACIÓN.....28

Artículo 14 ESTRUCTURA CON DIAFRAGMA RÍGIDO.....28

Artículo 15 CONFIGURACIÓN DEL EDIFICIO.....28

Artículo 16 OTRAS CONFIGURACIONES.....29

Artículo 17 MUROS PORTANTES.....30

Artículo 18 ARRIOSTRES.....30

CAPÍTULO 7

REQUISITOS ESTRUCTURALES MÍNIMOS.....32

Artículo 19 REQUISITOS GENERALES.....32

Artículo 20 ALBAÑILERÍA CONFINADA.....33

Artículo 21 ALBAÑILERÍA ARMADA.....35

CAPÍTULO 8

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.....36

Artículo 22 DEFINICIONES.....36

Artículo 23 CONSIDERACIONES GENERALES.....36

Artículo 24 ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....37

Artículo 25 DISEÑO DE ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO.....38

Artículo 26 DISEÑO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA.....38

Artículo 27 ALBAÑILERÍA CONFINADA.....41

Artículo 28 ALBAÑILERÍA ARMADA.....46

CAPÍTULO 9

DISEÑO PARA CARGAS ORTOGONALES AL PLANO DEL MURO.....52

Artículo 29 ESPECIFICACIONES GENERALES.....52

Artículo 30 MUROS PORTANTES54

Artículo 31 MUROS NO PORTANTES Y MUROS PORTANTES DE
ESTRUCTURA NO DIAFRAGMADA.....55

CAPÍTULO 10

INTERACCIÓN TABIQUE DE ALBAÑILERÍA–ESTRUCTURA APORTICADA.....57

Artículo 32 ALCANCE.....57

Artículo 33 DISPOSICIONES.....57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.....	13
Tabla 2.	Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería.....	14
Tabla 3.	Granulometría de la arena gruesa.....	16
Tabla 4.	Tipos de mortero.....	17
Tabla 5.	Granulometría del confitillo.....	18
Tabla 6.	Composición volumétrica del concreto líquido o grout.....	18
Tabla 7.	Métodos para determinar f'_m y v'_m	25
Tabla 8.	Incremento de f'_m y v'_m por edad.....	26
Tabla 9.	Resistencias características de la albañilería.....	27
Tabla 10.	Factores de corrección de f'_m por esbeltez.....	27
Tabla 11.	Fuerzas internas en columnas de confinamiento.....	42
Tabla 12.	Valores del coeficiente de momentos "m" y dimensión crítica "a".....	53

ÍNDICE DE FÓRMULAS Y VALORES DE DISEÑO

FÓRMULA o VALOR DE DISEÑO	Artículo	Pág.
Resistencia característica de la albañilería ($f'_{v'}$)	13.7	26
Espesor efectivo mínimo de los muros portantes (t)	19.1a	32
Esfuerzo axial máximo permitido en los muros portantes	19.1b	32
Resistencia admisible en la albañilería por carga concentrada coplanar o resistencia al aplastamiento	19.1c	32
Densidad mínima de muros reforzados	19.2b	33
Módulo de elasticidad de la albañilería (E_m)	24.7	37
Fuerza cortante admisible en los muros ante el sismo moderado	26.2	39
Fuerza cortante de agrietamiento diagonal o resistencia al corte (V_m)	26.3	39
Resistencia al corte mínima del edificio ante sismos severos	26.4	40
Refuerzo horizontal mínimo en muros confinados	27.1	41
Carga sísmica perpendicular al plano de los muros	29.6	52
Momento flector por carga sísmica ortogonal al plano de los muros	29.7	53
Esfuerzo admisible de la albañilería en tracción por flexión	29.8	54
Esfuerzo admisible de la albañilería por flexocompresión	30.7	55
Factores de seguridad contra el volteo y deslizamiento de los cercos	31.6	56
Resistencia de un tabique ante acciones sísmicas coplanares	33.4	58

CAPÍTULO 1

ASPECTOS GENERALES

Artículo 1 ALCANCE

- 1.1 Esta Norma establece los requisitos y las exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilería estructuradas principalmente por muros confinados y por muros armados.
- 1.2 Para estructuras especiales de albañilería, tales como arcos, chimeneas, muros de contención y reservorios, las exigencias de esta Norma serán satisfechas en la medida que sean aplicables.
- 1.3 Los sistemas de albañilería que estén fuera del alcance de esta Norma, deberán ser aprobados mediante Resolución del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento luego de ser evaluados por SENCICO.

Artículo 2 REQUISITOS GENERALES

- 2.1 Las construcciones de albañilería serán diseñadas por métodos racionales basados en los principios establecidos por la mecánica y la resistencia de materiales. Al determinarse los esfuerzos en la albañilería se tendrá en cuenta los efectos producidos por las cargas muertas, cargas vivas, sismos, vientos, excentricidades de las cargas, torsiones, cambios de temperatura, asentamientos diferenciales, etc. El análisis sísmico contemplará lo estipulado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente, así como las especificaciones de la presente Norma.
- 2.2 Los elementos de concreto armado y de concreto ciclópeo satisfarán los requisitos de la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado, en lo que sea aplicable.
- 2.3 Las dimensiones y requisitos que se estipulan en esta Norma tienen el carácter de mínimos y no eximen de manera alguna del análisis, cálculo y diseño correspondiente, que serán los que deben definir las dimensiones y requisitos a usarse de acuerdo con la función real de los elementos y de la construcción.
- 2.4 Los planos y especificaciones indicarán las dimensiones y ubicación de todos los elementos estructurales, del acero de refuerzo, de las instalaciones sanitarias y eléctricas en los muros; las precauciones para tener en cuenta la variación de las dimensiones producidas por

PROYECTO DE NTE E. 070

deformaciones diferidas, contracciones, cambios de temperatura y asentamientos diferenciales; las características de la unidad de albañilería, del mortero, de la albañilería, del concreto, del acero de refuerzo y de todo otro material requerido; las cargas que definen el empleo de la edificación; las juntas de separación sísmica; y, toda otra información para la correcta construcción y posterior utilización de la obra.

- 2.5 Las construcciones de albañilería podrán clasificarse como “tipo resistente al fuego” siempre y cuando todos los elementos que la conforman cumplan los requisitos de esta Norma, asegurando una resistencia al fuego mínima de cuatro horas para los muros portantes y los muros perimetrales de cierre, y de dos horas para la tabiquería.
- 2.6 Los tubos para instalaciones secas: eléctricas, telefónicas, etc. sólo se alojarán en los muros cuando los tubos correspondientes tengan como diámetro máximo 55 mm. En estos casos, la colocación de los tubos en los muros se hará en cavidades dejadas durante la construcción de la albañilería que luego se rellenarán con concreto, o en los alvéolos de la unidad de albañilería. En todo caso, los recorridos de las instalaciones serán siempre verticales y por ningún motivo se picará o se recortará el muro para
- 2.7 Los tubos para instalaciones sanitarias y los tubos con diámetros mayores que 55 mm, tendrán recorridos fuera de los muros portantes o en falsas columnas y se alojarán en ductos especiales, o en muros no portantes.
- 2.8 Como refuerzo estructural se utilizará barras de acero que presenten comportamiento dúctil con una elongación mínima de 9%. Las cuantías de refuerzo que se presentan en esta Norma están asociadas a un esfuerzo de fluencia $f_y = 412\text{MPa}$ (4200 Kg/cm^2), para otras situaciones se multiplicará la cuantía especificada por $412/f_y$ (en MPa) ó $4200/f_y$ (en kg/cm^2)
- 2.9 Los criterios considerados para la estructuración deberán ser detallados en una memoria descriptiva estructural tomando en cuenta las especificaciones del Capítulo 6

CAPÍTULO 2

DEFINICIONES Y NOMENCLATURA

Artículo 3 DEFINICIONES

- 3.1 Albañilería o Mampostería. Material estructural compuesto por "unidades de albañilería" asentadas con mortero o por "unidades de albañilería" apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.
- 3.2 Albañilería Armada. Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros de Albañilería Armada también se les denomina Muros Armados.
- 3.3 Albañilería Confinada. Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel.
- 3.4 Albañilería No Reforzada. Albañilería sin refuerzo (Albañilería Simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de esta Norma.
- 3.5 Albañilería Reforzada o Albañilería Estructural. Albañilería armada o confinada, cuyo refuerzo cumple con las exigencias de esta Norma.
- 3.6 Altura Efectiva. Distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre. Para los muros que carecen de arriostres en su parte superior, la altura efectiva se considerará como el doble de su altura real.
- 3.7 Arriostre. Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano.
- 3.8 Borde Libre. Extremo horizontal o vertical no arriostrado de un muro.
- 3.9 Concreto Líquido o Grout. Concreto con o sin agregado grueso, de consistencia fluida.
- 3.10 Columna. Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento.
- 3.11 Confinamiento. Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante

- 3.12 Construcciones de Albañilería. Edificaciones cuya estructura está constituida predominantemente por muros portantes de albañilería.
- 3.13 Espesor Efectivo. Es igual al espesor del muro sin tarrajeo u otros revestimientos descontando la profundidad de bruñas u otras indentaciones. Para el caso de los muros de albañilería armada parcialmente rellenos de concreto líquido, el espesor efectivo es igual al área neta de la sección transversal dividida entre la longitud del muro.
- 3.14 Muro Arriostrado. Muro provisto de elementos de arriostre.
- 3.15 Muro de Arriostre. Muro portante transversal al muro al que provee estabilidad y resistencia lateral.
- 3.16 Muro No Portante. Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos.
- 3.17 Muro Portante. Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical.
- 3.18 Mortero. Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería.
- 3.19 Placa. Muro portante de concreto armado, diseñado de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.
- 3.20 Plancha. Elemento perforado de acero colocado en las hiladas de los extremos libres de los muros de albañilería armada para proveerles ductilidad.
- 3.21 Tabique. Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral.
- 3.22 Unidad de Albañilería. Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar ó tubular.
- 3.23 Unidad de Albañilería Alveolar. Unidad de Albañilería Sólida o Hueca con alvéolos o celdas de tamaño suficiente como para alojar el refuerzo vertical. Estas unidades son empleadas en la construcción de los muros armados.
- 3.24 Unidad de Albañilería Apilable: Es la unidad de Albañilería alveolar que se asienta sin mortero.

- 3.25 Unidad de Albañilería Hueca. Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano.
- 3.26 Unidad de Albañilería Sólida (o Maciza) Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano.
- 3.27 Unidad de Albañilería Tubular (o Pandereta). Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento.
- 3.28 Viga Solera. Viga de concreto armado vaciado sobre el muro de albañilería para proveerle arriostre y confinamiento.

Artículo 4 NOMENCLATURA

- A = área de corte correspondiente a la sección transversal de un muro portante.
- A_c = área bruta de la sección transversal de una columna de confinamiento.
- A_{cf} = área de una columna de confinamiento por corte-fricción.
- A_n = área del núcleo confinado de una columna descontando los recubrimientos.
- = área del acero vertical u horizontal.
- A_s = área del acero vertical por corte-fricción en una columna de confinamiento.
- A_{sf} = área del acero vertical por tracción en una columna de confinamiento.
- A_{st} = área de estribos cerrados.

PROYECTO DE NTE E. 070

- d = peralte de una columna de confinamiento (en la dirección del sismo).
- D_b = diámetro de una barra de acero.
- e = espesor bruto de un muro.
- E_c = módulo de elasticidad del concreto.
- E_m = módulo de elasticidad de la albañilería.
- f'_b = resistencia característica a compresión axial de las unidades de albañilería.
- f'_c = resistencia a compresión axial del concreto o del "grout" a los 28 días de edad.
- f'_m = resistencia característica a compresión axial de la albañilería.
- f'_t = esfuerzo admisible a tracción por flexión de la albañilería.
- f_y = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo.
- G_m = módulo de corte de la albañilería.
- h = altura de entrepiso o altura del entrepiso agrietado correspondiente a un muro confinado.
- I = momento de inercia correspondiente a la sección transversal de un muro.
- L = longitud total del muro, incluyendo las columnas de confinamiento (sí existiesen).
- L_m = longitud del paño mayor en un muro confinado, ó $0,5 L$; lo que sea mayor.
- L_t = longitud tributaria de un muro transversal al que está en análisis.
- M_e = momento flector en un muro obtenido del análisis elástico ante el sismo moderado.
- M_u = momento flector en un muro producido por el sismo severo.
- N = número de pisos del edificio o número de pisos de un pórtico.
- N_c = número total de columnas de confinamiento. $N_c \geq 2$. Ver la Nota 1.
- P = peso total del edificio con sobrecarga reducida según se especifica en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.
- P_g = carga gravitacional de servicio en un muro, con sobrecarga reducida.
- P_c = carga vertical de servicio en una columna de confinamiento.
- P_e = carga axial sísmica en un muro obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.

PROYECTO DE NTE E. 070

- P_m = carga gravitacional máxima de servicio en un muro, metrada con el 100% de sobrecarga.
- P_u = carga axial en un muro en condiciones de sismo severo.
- P_t = carga de gravedad tributaria proveniente del muro transversal al que está en análisis.
- s = separación entre estribos, planchas, o entre refuerzos horizontales o verticales.
- S = factor de suelo especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- t = espesor efectivo del muro.
- t_n = espesor del núcleo confinado de una columna correspondiente a un muro confinado.
- U = factor de uso o importancia, especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- V_c = fuerza cortante absorbida por una columna de confinamiento ante el sismo severo.
- V_e = fuerza cortante en un muro, obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.
- V_{Ei} = fuerza cortante en el entrepiso "i" del edificio producida por el sismo severo.
- V_{ui} = fuerza cortante producida por el sismo severo en el entrepiso "i" de uno de los muros.
- V_m = resistencia al corte en el entrepiso "i" de uno de los muros.
- v'_m = resistencia característica de la albañilería al corte obtenida de ensayos de muretes a compresión diagonal.
- Z = factor de zona sísmica especificado en la Norma Técnica de
- δ = factor de confinamiento de la columna por acción de muros transversales.
- δ = 1, para columnas de confinamiento con dos muros transversales.
- δ = 0,8, para columnas de confinamiento sin muros transversales o con un muro transversal.
- ϕ = coeficiente de reducción de resistencia del concreto armado (ver la Nota 2).
- .030 Diseño Sismorresistente.

PROYECTO DE NTE E. 070

$\phi = 0,9$ (flexión o tracción pura).

$\phi = 0,85$ (corte-fricción o tracción combinada con corte-fricción).

$\phi = 0,7$ (compresión, cuando se use estribos cerrados).

$\phi = 0,75$ (compresión, cuando se use zunchos en la zona confinada).

$\rho =$ cuantía del acero de refuerzo = $A_s / (s.t)$.

$\sigma =$ esfuerzo axial de servicio actuante en un muro = $P_g / (t.L)$.

$\sigma_m = P_m / (t.L) =$ esfuerzo axial máximo en un muro.

$\mu =$ coeficiente de fricción concreto endurecido – concreto.

Nota 1: En muros confinados de un paño sólo existen columnas extremas ($N_c = 2$); en ese caso: $L_m = L$

Nota 2: El factor “ ϕ ” para los muros armados se proporciona en el Artículo 28 (28.3).

CAPÍTULO 3

COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA

Artículo 5 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

- a) Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.
- b) Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.
- c) Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.
- d) Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días, que se comprobará de acuerdo a la NTP 399.602.

5.2 CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 1.

TABLA 1					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABE O (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN f'_c mínimo en MPa <i>b</i> (kg/cm ²) sobre
	Hasta	Hasta	Más de		
	100 mm	150 mm	150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

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

5.3 LIMITACIONES EN SU APLICACIÓN

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

TABLA 2			
LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente	Sí Celdas parcialmente	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser

exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

5.4 PRUEBAS

- a) **Muestreo.**- El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.
- b) **Resistencia a la Compresión.**- Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604.

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería (f'_b) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

- c) **Variación Dimensional.**- Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.
- d) **Alabeo.**- Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613.
- e) **Absorción.**- Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

5.5 ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD

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

PROYECTO DE NTE E. 070

- b) La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.
- c) El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP.
- d) La unidad de albañilería 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) La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.
- g) La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

Artículo 6 MORTERO

- 6.1 DEFINICIÓN.** El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610.

6.2 COMPONENTES

- a) Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:
- Cemento Portland o cemento adicionado normalizados y cal hidratada normalizada de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas correspondientes.
- b) El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 3. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

TABLA 3	
GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

- No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
 - El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.
 - El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
 - No deberá emplearse arena de mar.
- c) El agua será potable y libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia orgánica.

6.3 CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES. Los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y NP, utilizado en los muros no portantes (ver la Tabla 4).

- 6.4 PROPORCIONES.** Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto) indicadas en la Tabla 4

TABLA 4				
TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

- a) Se podrán emplear otras composiciones de morteros, morteros con cementos de albañilería, o morteros industriales (embolsado o premezclado), siempre y cuando los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias iguales o mayores a las especificadas en los planos.
- b) De no contar con cal hidratada normalizada, especificada en el Artículo 6 (6.2a), se podrá utilizar mortero sin cal respetando las proporciones cemento-arena indicadas en la Tabla 4.

Artículo 7 CONCRETO LÍQUIDO O GROUT

- 7.1 DEFINICIÓN.** El concreto líquido o Grout es un material de consistencia fluida que resulta de mezclar cemento, agregados y agua, pudiéndose adicionar cal hidratada normalizada en una proporción que no exceda de 1/10 del volumen de cemento u otros aditivos que no disminuyan la resistencia o que originen corrosión del acero de refuerzo. El concreto líquido o grout se emplea para rellenar los alvéolos de las unidades de albañilería en la construcción de los muros armados, y tiene como función integrar el refuerzo con la albañilería en un sólo conjunto estructural.

Para la elaboración de concreto líquido o grout de albañilería, se tendrá en cuenta las Normas NTP 399.609 y 399.608.

- 7.2 CLASIFICACIÓN.** El concreto líquido o grout se clasifica en fino y en grueso. El grout fino se usará cuando la dimensión menor de los alvéolos de la unidad de albañilería sea inferior a 60 mm y el grout grueso se usará cuando la dimensión menor de los alvéolos sea igual o mayor a 60 mm.

7.3 COMPONENTES

- a) Los materiales aglomerantes serán:
- Cemento Portland o cemento adicionado normalizados y cal hidratada normalizada de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas correspondientes.
- b) El agregado grueso será confitillo que cumpla con la granulometría especificada en la Tabla 5. Se podrá utilizar otra granulometría siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

TABLA 5	
GRANULOMETRÍA DEL CONFITILLO	
MALLA ASTM	% QUE PASA
½ pulgada	100
3/8 pulgada	85 a 100
N° 4 (4,75 mm)	10 a 30
N° 8 (2,36 mm)	0 a 10
N° 16 (1,18 mm)	0 a 5

- a) El agregado fino será arena gruesa natural, con las características indicadas en la Tabla 3.
- b) El agua será potable y libre de sustancias, ácidos, álcalis y materia orgánica.

7.4 PREPARACIÓN Y FLUIDEZ. Los materiales que componen el grout (ver la Tabla 6) serán batidos mecánicamente con agua potable hasta lograr la consistencia de un líquido uniforme, sin segregación de los agregados, con un revenimiento medido en el Cono de Abrams comprendido entre 225 mm a 275 mm.

TABLA 6				
COMPOSICIÓN VOLUMÉTRICA DEL CONCRETO LIQUIDO o GROUT				
CONCRETO LÍQUIDO	CEMENTO	CAL	ARENA	CONFITILLO
FINO	1	0 a 1/10	2 1/4 a 3 veces la suma de los volúmenes de los aglomerantes	-----
GRUESO	1	0 a 1/10	2 1/4 a 3 veces la suma de los aglomerantes	1 a 2 veces la suma de los aglomerantes

7.5 RESISTENCIA. El concreto líquido tendrá una resistencia mínima a compresión

f_c será obtenida de acuerdo a la NTP 399.623.

Artículo 8 ACERO DE REFUERZO

8.1 La armadura deberá cumplir con lo establecido en las Norma Barras de Acero con Resaltes para Concreto Armado (NTP 341.031).

8.2 Sólo se permite el uso de barras lisas en estribos y armaduras electrosoldadas usadas como refuerzo horizontal. La armadura electrosoldada debe cumplir con la norma de Malla de Alambre de Acero Soldado para Concreto Armado (NTP 350.002).

Artículo 9 CONCRETO

9.1 El concreto de los elementos de confinamiento tendrá una resistencia a la compresión mayor o igual a $17,15MPa$ ($175kg/cm^2$) y deberá cumplir

PROYECTO DE NTE E. 070

$$f' = 13,72MPa$$

(140kg/cm²).

La
resistencia a
compresión

con los requisitos establecidos en la Norma Técnica de Edificación
E.060 Concreto Armado.

CAPÍTULO 4

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

Artículo 10 ESPECIFICACIONES GENERALES

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

- 10.1 Los muros se construirán a plomo y en línea. No se atentará contra la integridad del muro recién asentado.
- 10.2 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.
- 10.3 Se mantendrá el temple del mortero mediante el reemplazo del agua que se pueda haber evaporado, por una sola vez. El plazo del reemplazo no excederá al de la fragua inicial del cemento.
- 10.4 Las unidades de albañilería se asentarán con las superficies limpias de polvo y sin agua libre. El asentado se realizará presionando verticalmente las unidades, sin bambolearlas. El tratamiento de las unidades de albañilería previo al asentado será el siguiente:
 - a) Para concreto y sílico-calcáreo: pasar una brocha húmeda sobre las caras de asentado o rociarlas.
 - b) 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 (*).

() Un método de campo para evaluar la succión de manera aproximada, consiste en medir un volumen (V_1 , en cm^3) inicial de agua sobre un recipiente de área definida y vaciar una parte del agua sobre una bandeja, luego se apoya la unidad sobre 3 puntos en la bandeja de manera que su superficie de asiento esté en contacto con una película de agua de 3 mm de altura durante un minuto, después de retirar la unidad, se vacía el agua de la bandeja hacia el recipiente y se vuelve a medir el volumen (V_2 , en cm^3) de agua; la succión normalizada a un área de 200 cm^2 , se obtiene como: $\text{SUCCION} = 200 (V_1 - V_2) / A$,*

expresada en $\text{gr}/200 \text{ cm}^2\text{-min}$, donde "A" es el área bruta (en cm^2) de la superficie de asiento de

- 10.5 Para el asentado de la primera hilada, la superficie de concreto que servirá de asiento (losa o sobrecimiento según sea el caso), se preparará con anterioridad de forma que quede rugosa; luego se limpiará de polvo u otro material suelto y se la humedecerá, antes de asentar la primera hilada.
- 10.6 No se asentará más de 1,30 m de altura de muro en una jornada de trabajo. En el caso de emplearse unidades totalmente sólidas (sin perforaciones), la primera jornada de trabajo culminará sin llenar la junta vertical de la primera hilada, este llenado se realizará al iniciarse la segunda jornada. En el caso de la albañilería con unidades apilables, se podrá levantar el muro en su altura total y en la misma jornada deberá colocarse el concreto líquido.
- 10.7 Las juntas de construcción entre jornadas de trabajos estarán limpias de partículas sueltas y serán previamente humedecidas.
- 10.8 El tipo de aparejo a utilizar será de sogá, cabeza o el amarre americano, traslapándose las unidades
- 10.9 El procedimiento de colocación y consolidación del concreto líquido dentro de las celdas de las unidades, como en los elementos de concreto armado, deberá garantizar la ocupación total del espacio y la ausencia de cangrejas. No se permitirá el vibrado de las varillas de refuerzo.

- 10.10 Las vigas peraltadas serán vaciadas de una sola vez en conjunto con la losa de techo.
- 10.11 Las instalaciones se colocarán de acuerdo a lo indicado en los Artículos 2 (2.6 y 2.7).

Artículo 11 ALBAÑILERIA CONFINADA

Aparte de los requisitos especificados en el Artículo 10, se deberá cumplir lo siguiente:

- 11.1 Se utilizará unidades de albañilería de acuerdo a lo especificado en el Artículo 5 (5.3).
- 11.2 La conexión columna-albañilería podrá ser dentada o a ras:
- a) En el caso de emplearse una conexión dentada, la longitud de la unidad saliente no excederá de 5 cm y deberá limpiarse de los desperdicios de mortero y partículas sueltas antes de vaciar el concreto de la columna de confinamiento.
 - b) En el caso de emplearse una conexión a ras, deberá adicionarse “chicotes” o “mechas” de anclaje (salvo que exista refuerzo horizontal continuo diámetro, que penetren por lo menos 40 cm al interior de la albañilería y 12,5 cm al interior de la columna más un doblez vertical a 90° de 10 cm; la cuantía a utilizar será 0,001 (ver el Artículo 2 (2.8).
- 11.3 El refuerzo horizontal, cuando sea requerido, será continuo y anclará en las columnas de confinamiento 12,5 cm con gancho vertical a 90° de 10 cm.
- 11.4 Los estribos a emplear en las columnas de confinamiento deberán ser cerrados a 135°, pudiéndose emplear estribos con $\frac{3}{4}$ de vuelta adicional, atando sus extremos con el refuerzo vertical, o también, zunchos que empiecen y terminen con gancho estándar a 180° doblado en el refuerzo vertical.

PROYECTO DE NTE E. 070

- 11.5 Los traslapes del refuerzo horizontal o vertical tendrán una longitud igual a 45 veces el mayor diámetro de la barra traslapada. No se permitirá el traslape del refuerzo vertical en el primer entrepiso, tampoco en las zonas confinadas ubicadas en los extremos de soleras y columnas.
- 11.6 El concreto deberá tener una resistencia a compresión (f'_c) mayor o igual a $17,15MPa$ ($175kg/cm^2$). La mezcla deberá ser fluida, con un revenimiento del orden de 12,7 cm (5 pulgadas) medida en el cono de Abrams. En las columnas de poca dimensión, utilizadas como confinamiento de los muros en aparejo de soga, el tamaño máximo de la piedra chancada no excederá de 1,27 cm ($\frac{1}{2}$ pulgada).
- 11.7 El concreto de las columnas de confinamiento se vaciará posteriormente a la construcción del muro de albañilería; este concreto empezará desde el borde superior del cimiento, no del sobrecimiento.
- 11.8 Las juntas de construcción entre elementos de concreto serán rugosas, humedecidas y libre de partículas sueltas.
- 11.9 La parte recta de la longitud de anclaje del refuerzo vertical deberá penetrar al interior de la viga solera o cimentación; no se permitirá montar su doblez directamente sobre la última hilada del muro.
- 11.10 El recubrimiento mínimo de la armadura (medido al estribo) será 2 cm cuando los muros son tarrajeados y 3 cm cuando son caravista.

Artículo 12 ALBAÑILERIA ARMADA

Aparte de los requisitos especificados en el Artículo 10, se deberá cumplir lo siguiente:

- 12.1 Los empalmes del refuerzo vertical podrán ser por traslape, por soldadura o por medios mecánicos.

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

() Una técnica que permite facilitar la construcción empleando refuerzo vertical continuo en el primer piso, consiste en utilizar unidades de albañilería recortadas en forma de H, con lo cual además, las juntas verticales quedan completamente llenas con grout.*

- 12.2 El refuerzo horizontal debe ser continuo y anclado en los extremos con doblez vertical de 10 cm en la celda extrema.
- 12.3 Las varillas verticales deberán penetrar, sin doblarlas, en el interior de los alvéolos de las unidades correspondientes.
- 12.4 Para asegurar buena adhesión entre el concreto líquido y el concreto de asiento de la primera hilada, las celdas deben quedar totalmente libres de polvo o restos de mortero proveniente del proceso de asentado; para el efecto los bloques de la primera hilada tendrán ventanas de limpieza. Para el caso de muros totalmente llenos, las ventanas se abrirán en todas las celdas de la primera hilada; en el caso de muros parcialmente rellenos, las ventanas se abrirán solo en las celdas que alojen refuerzo vertical. En el interior de estas ventanas se colocará algún elemento no absorbente que permita la limpieza final.
- 12.5 Para el caso de la albañilería parcialmente rellena, los bloques vacíos correspondientes a la última hilada serán taponados a media altura antes de asentarlos, de tal manera que por la parte vacía del alvéolo penetre el

concreto de la viga solera o de la losa del techo formando llaves de corte que permitan transferir las fuerzas sísmicas desde la losa hacia los muros. En estos muros, el refuerzo horizontal no atravesará los alvéolos vacíos, sino que se colocará en el mortero correspondiente a las juntas horizontales.

- 12.6 Para el caso de unidades apilables no son necesarias las ventanas de limpieza; la limpieza de la superficie de asiento se realizará antes de asentar la primera hilada.
- 12.7 Antes de encofrar las ventanas de limpieza, los alvéolos se limpiarán preferentemente con aire comprimido y las celdas serán humedecidas interiormente regándolas con agua, evitando que esta quede empozada en la base del muro.
- 12.8 El concreto líquido o grout se vaciará en dos etapas. En la primera etapa se vaciará hasta alcanzar una altura igual a la mitad del entrepiso, compactándolo en diversas capas, transcurrido 5 minutos desde la compactación de la última capa, la mezcla será recompactada. Transcurrida media hora, se vaciará la segunda mitad del entrepiso, compactándolo hasta que su borde superior esté por debajo de la mitad de la altura correspondiente a la última hilada, de manera que el concreto de la losa del techo, o de la viga solera, forme llaves de corte con el muro. Esta segunda mitad también se deberá recompactar. Debe evitarse el vibrado de las armaduras para no destruir la adherencia con el grout de relleno.
- 12.9 Los alvéolos de la unidad de albañilería tendrán un diámetro o dimensión mínima igual a 5 cm por cada barra vertical que contengan, o 4 veces el mayor diámetro de la barra por el número de barras alojadas en el alvéolo, lo que sea mayor.
- 12.10 El espesor del grout que rodea las armaduras será $1\frac{1}{2}$ veces el diámetro de la barra y no deberá ser menor de 1 cm a fin de proporcionarle un recubrimiento adecuado a la barra.
- 12.11 En el caso que se utilice planchas perforadas de acero estructural en los talones libres del muro, primero se colocarán las planchas sobre una capa delgada de mortero presionándolas de manera que el mortero penetre por los orificios de la plancha; posteriormente, se aplicará la siguiente capa de mortero sobre la cual se asentará la unidad inmediata superior. Para el caso de albañilería con unidades apilables las

PROYECTO DE NTE E. 070

planchas se colocarán adheridas con apóxico a la superficie inferior de la unidad

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

CAPÍTULO 6

ESTRUCTURACIÓN

Las especificaciones de este Capítulo se aplicarán tanto a la albañilería confinada como a la albañilería armada.

Artículo 17 MUROS PORTANTES

Los muros portantes deberán tener:

- a) Una sección transversal preferentemente simétrica.
- b) Continuidad vertical hasta la cimentación.
- c) Una longitud mayor ó igual a 1,20 m para ser considerados como contribuyentes en la resistencia a las fuerzas horizontales.
- d) Longitudes preferentemente uniformes en cada dirección.
- e) Juntas de control para evitar movimientos relativos debidos a contracciones, dilataciones y asentamientos diferenciales en los siguientes sitios:
 - En cambios de espesor en la longitud del muro, para el caso de Albañilería Armada
 - En donde haya juntas de control en la cimentación, en las losas y techos.
 - En alféizar de ventanas o cambios de sección apreciable en un mismo piso.
- f) La distancia máxima entre juntas de control es de 8 m, en el caso de muros con unidades de concreto y de 25 m en el caso de muros con unidades de arcilla.
- g) Arriostre según se especifica en el Artículo 18

Artículo 18 ARRIOSTRES

- 18.1 Los muros portantes y no portantes, de albañilería simple o albañilería confinada, serán arriostrados por elementos verticales u horizontales tales como muros transversales, columnas, soleras y diafragmas rígidos de piso.
- 18.2 Los arriostres se diseñarán como apoyos del muro arriostrado, considerando a éste como si fuese una losa sujeta a fuerzas perpendiculares a su plano (Capítulo 10).
- 18.3 Un muro se considerará arriostrado cuando:
- a) El amarre o anclaje entre el muro y sus arriostres garantice la adecuada transferencia de esfuerzos.
 - b) Los arriostres tengan la suficiente resistencia y estabilidad que permita transmitir las fuerzas actuantes a los elementos estructurales adyacentes o al suelo.
 - c) Al emplearse los techos para su estabilidad lateral, se tomen precauciones para que las fuerzas laterales que actúan en estos techos sean transferidas al suelo.
 - d) El muro de albañilería armada esté diseñado para resistir las fuerzas normales a su plano.

CAPÍTULO 7

REQUISITOS ESTRUCTURALES MÍNIMOS

Artículo 19 REQUISITOS GENERALES

Esta Sección será aplicada tanto a los edificios compuestos por muros de albañilería armada como confinada.

19.1 MURO PORTANTE

- a) **Espesor Efectivo “t”.** El espesor efectivo (ver Artículo 3 (3.13)) mínimo será:

$$t \geq \frac{h}{20} \quad \text{Para las Zonas Sísmicas 2 y 3} \quad (19.1a)$$

$$t \geq \frac{h}{25} \quad \text{Para la Zona Sísmica 1}$$

Donde “h” es la altura libre entre los elementos de arriostre horizontales o la altura efectiva de pandeo (ver Artículo 3 (3.6)).

- b) **Esfuerzo Axial Máximo.** El esfuerzo axial máximo (σ_m) producido por la carga de gravedad máxima de servicio (P_m), incluyendo el 100% de sobrecarga, será inferior a:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f'_m \quad (19.1b)$$

PROYECTO DE NTE E. 070

Donde “L” es la longitud total del muro (incluyendo el peralte de las columnas para el caso de los muros confinados). De no cumplirse esta expresión habrá que mejorar la calidad de la albañilería (f'_m), aumentar el espesor del muro, transformarlo

en concreto armado, o ver la manera de reducir la magnitud de la carga axial “ P_m ” (*).

(*) La carga axial actuante en un muro puede reducirse, por ejemplo, utilizando losas de techo macizas o aligeradas armadas en dos direcciones.

- c) **Aplastamiento.** Cuando existan cargas de gravedad concentradas que actúen en el plano de la albañilería, el esfuerzo axial de servicio producido por dicha carga no deberá sobrepasar a $0,375 f'_m$. En estos casos, para determinar el área de compresión se considerará un ancho efectivo igual al ancho sobre el cual actúa la carga concentrada más dos veces el espesor efectivo del muro medido a cada lado de la carga concentrada.

19.2 ESTRUCTURACIÓN EN PLANTA

- a) **Muros a Reforzar.** En las Zonas Sísmicas 2 y 3 (ver la NTE E.030 Diseño Sismorresistente) se reforzará cualquier muro portante (ver Artículo 17) que lleve el 10% ó más de la fuerza sísmica, y a los muros perimetrales de cierre. En la Zona Sísmica 1 se reforzarán como mínimo los muros perimetrales de cierre.
- b) **Densidad Mínima de Muros Reforzados.** La densidad mínima de muros portantes (ver Artículo 17) a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56} \quad (19.2b)$$

Donde: “Z”, “U” y “S” corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

“N” es el número de pisos del edificio;

“L” es la longitud total del muro (incluyendo columnas, si existiesen); y,

“t” es el espesor efectivo del muro

De no cumplirse la expresión (Artículo 19 (19.2b)), podrá cambiarse el espesor de algunos de los muros, o agregarse placas de concreto armado, en cuyo caso, para hacer uso de la fórmula, deberá amplificarse el espesor real de la placa por la

relación E_c / E_m , donde E_c y E_m son los módulos de elasticidad

del concreto y de la albañilería, respectivamente.

Artículo 20 ALBAÑILERIA CONFINADA

Adicionalmente a los requisitos especificados en Artículo 19, deberá cumplirse lo siguiente:

20.1 Se considerará como muro portante confinado, aquél que cumpla las siguientes condiciones:

a) Que quede enmarcado en sus cuatro lados por elementos de concreto armado verticales (columnas) y horizontales (vigas soleras), aceptándose

de confinamiento horizontal para el caso de los muros ubicados en el primer piso.

b) Que la distancia máxima centro a centro entre las columnas de confinamiento sea dos veces la distancia entre los elementos horizontales de refuerzo y no mayor que 5 m. De cumplirse esta condición, así como de emplearse el espesor mínimo especificado en el Artículo 19.1.a, la albañilería no necesitará ser diseñada ante acciones sísmicas ortogonales a su plano, excepto cuando exista excentricidad de la carga vertical (ver el Capítulo 10).

e la cimentación de concreto como elemento

c) Que se utilice unidades de acuerdo a lo especificado en el

Artículo 5 (5.3).

d) Que todos los empalmes y anclajes de la armadura desarrollen plena capacidad a la tracción. Ver NTE E.060 Concreto Armado y Artículo 11 (11.5).

- e) Que los elementos de confinamiento funcionen integralmente con la albañilería. Ver Artículo 11 (11.2 y 11.7).
 - f) ~~Que~~ ^{f_c} se utilice en los elementos de confinamiento, concreto con $17,15MPa$ ($175kg / cm^2$).
- 20.2 Se asumirá que el paño de albañilería simple (sin armadura interior) no soporta acciones de punzonamiento causadas por cargas concentradas. Ver Artículo 29 (29.2).
- 20.3 El espesor mínimo de las columnas y solera será igual al espesor efectivo del muro.
- 20.4 El peralte mínimo de la viga solera será igual al espesor de la losa de techo.
- 20.5 El peralte mínimo de la columna de confinamiento será de 15 cm. En el caso que se discontinúen las vigas soleras, por la presencia de ductos en la losa del techo o porque el muro llega a un límite de propiedad, el peralte mínimo de la columna de confinamiento respectiva deberá ser suficiente como para permitir el anclaje de la parte recta del refuerzo longitudinal existente en la viga solera más el recubrimiento respectivo (ver Artículo 11.10).
- 20.6 Cuando se utilice refuerzo horizontal en los muros confinados, las varillas de refuerzo penetrarán en las columnas de confinamiento por lo menos 12,50 cm y terminarán en gancho a 90° , vertical de 10 cm de longitud.

(ANEXO S)

NORMA TÉCNICA PERUANA

NTP. 399.613

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 399.613
2005**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

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

MASONRY UNITS. Standard test methods of sampling and testing clay bricks used in masonry work

2005-06-14
1ª Edición

R.0055-2005/INDECOPI-CRT. Publicada el 2005-07-13

Precio basado en 36 páginas

I.C.S.: 91.100.01

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Absorción, Resistencia a la compresión, eflorescencia, congelamiento y descongelamiento, cambio inicial de absorción, cambio de longitud, módulo de rotura, descuadre, muestreo, tamaño, área de vacíos, distorsión

Edwin G. Mendoza Huerta

ÍNDICE

	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 ÁRFA DE VACÍOS EN UNIDADES PERFORADAS	29
19. MEDIDA DE DESCUADRES	32
	i

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 PNTP 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 ALBAÑILERIA. 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
Secretaria	Gabriela Esparza Requejo

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

---00000000---

UNIDADES DE ALBAÑILERIA. 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 ALBAÑILERIA.
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 |

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.

6. PREPARACIÓN DE ESPECÍMENES

6.1 Determinación del peso

6.1.1 Secado: Secar los especímenes en un horno ventilado de 110 °C a 115 °C, por no menos de 24 horas y hasta que dos pesadas sucesivas en un intervalo de 2 horas muestren un incremento o pérdida no mayor del 0,2 %.

6.1.2 Enfriamiento: Después del secado se enfriarán los especímenes en una cámara a 24 °C ± 8 °C, con una humedad relativa entre 30 % y 70 %. Las unidades se almacenarán separadas (no apiladas), libres de corrientes de aire, por un periodo de 4 horas como mínimo, y hasta que la temperatura de la superficie difiera en 2,8 °C de la temperatura de cámara de enfriamiento. No se deberá usar especímenes muy calientes; para cualquier prueba se requiere unidades secas.

Los especímenes permanecerán en la cámara de secado, con las condiciones de humedad y temperatura indicados, hasta el momento de las pruebas.

6.1.2.1 Método alternativo para enfriamiento de los especímenes puede ser el siguiente: almacenar las unidades separadas, no apiladas, en un ambiente ventilado a temperatura de 24 °C ± 8 °C, con una humedad relativa entre 30 % y 70 %, por un periodo de 4 horas hasta que la temperatura de la superficie difiera en 2,8 °C de la temperatura del ambiente, con una corriente de aire generada por un ventilador eléctrico, por un periodo no menor de dos horas. Los especímenes deben permanecer en el ambiente ventilado, con las condiciones de temperatura y humedad indicadas.

6.1.3 Determinación del peso e informe

6.1.3.1 Se determinará el peso de 5 especímenes, como mínimo, enteros y secos. La balanza a utilizar tendrá una capacidad no menor de 3 000 g y una aproximación de 0,5 g.

6.1.3.2 En el reporte de los resultados se indicará separadamente el peso de cada unidad y el promedio de todas las 5 unidades ensayadas o más con aproximación a 0,1 g.

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 $510\text{ °C} \pm 28\text{ °C}$ en un ambiente ventilado, por un período no menor de 3 horas. La diferencia de temperatura de calentamiento y enfriamiento no excederá los 150 °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.

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 Espécimen de prueba

8.1.1 Se ensayarán medias unidades secas (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 $\frac{1}{4}$ de la longitud total de la unidad, y con un área de sección horizontal bruta no menor de 90 cm².

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

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;

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 **Especímen 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 %:

$$\text{Absorción \%} = 100 (W_b - W_a) / W_a$$

Donde:

- W_d = Peso seco del espécimen.
 W_b = 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:

$$\text{Coeficiente de Saturación} = \frac{W_s^2 - W_d}{W_b^5 - W_d}$$

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_b^5 = 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 %.

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

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
15 de 36

10.4.3.3 **Agrietamiento:** Cuando durante el ensayo se presentan grietas de longitud mayor a la menor dimensión del espécimen.

Si no se presenta ninguna de las tres consideraciones indicadas, se considerará que el espécimen ha pasado la prueba.

10.4.4 **Informe:** El informe deberá indicar si la muestra falló o pasó el ensayo. Cualquier falla será incluida en el informe para su clasificación, así como el número de ciclo en que ésta se produjo.

11. PERIODO INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN)

11.1 Aparatos

11.1.1 **Bandejas y recipientes:** Bandejas y recipientes para agua, con una profundidad no menor de 25 mm, y de largo y ancho tales que la superficie de agua no sea menor de 2 000 cm². La base de la bandeja deberá ser plana cuando está apoyada convenientemente. Las dimensiones no serán menores a 200 mm de largo y 150 mm de ancho.

11.1.2 **Soportes para ladrillos:** Se usarán dos barras de acero no corrosible, de 120 mm a 150 mm de longitud, de sección transversal triangular, semicircular o rectangular, de espesor aproximado de 6 mm. El espesor de las dos barras estará entre 0,03 mm y si las barras tienen sección transversal rectangular su ancho no excederá 2 mm.

11.1.3 **Dispositivos para mantener el nivel de agua constante:** Se deberá incorporar a la bandeja un dispositivo que permita mantener el nivel de agua por encima de los soportes del ladrillo (véase Nota 5), incluyendo los dispositivos para agregar el agua a la bandeja en el momento de retirar los ladrillos. Un método adecuado para controlar el agua que se agrega en la bandeja consiste en: controlar que un ladrillo o medio ladrillo proporcionen un desplazamiento de 3 mm de agua que corresponde a $\pm 2,5\%$. Sumergir completamente el ladrillo referencial no más de tres horas.

NOTA 4: Para tener un control exacto del nivel de agua se colocará en el extremo de una de las barras dos alambres de metal rígidos que se proyecten hacia arriba y retomen terminando en los puntos

(3 mm - 0,25 mm) y (3 mm + 0,25 mm) sobre la superficie superior o el borde de la barra. La precisión es posible con el uso de placas de fondo o microscopio micrómetro. 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 Espécimen de prueba: Se ensayarán 5 ladrillos enteros.

11.3 Procedimiento

11.3.1 El período 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 período inicial de absorción en ambiente aireado y al horno. Los métodos de prueba proporcionan diferente información.

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 $24\text{ °C} \pm 8\text{ °C}$ 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. Pesar 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. Agregar 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 $1\text{ min} \pm 1\text{ s}$, retirar el espécimen y secar el agua superficial con un paño húmedo y volver 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 moideado con la cara superficial rugosa hacia abajo.

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 x 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:

$$X = 200W/LB$$

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 $0,1\text{ g/min}/200\text{ cm}^2$.

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).

12. EFLORESCENCIA

12.1 Aparatos

12.1.1 Bandejas y contenedores: Bandeja hecha de metal resistente a la corrosión u otro material que no genere sales solubles al ponerse en contacto con agua destilada que contenga cenizas de ladrillo. La bandeja será de dimensiones tales que provea no menos de 25 mm de profundidad de agua.

La bandeja deberá proveer un área tal que el total del volumen de agua sea grande en comparación con la cantidad de agua evaporada cada día, se dispondrá de un aparato adecuado para mantener un nivel constante de agua en la bandeja.

12.1.2 Cámara de secado: De acuerdo con los requisitos estipulados en el apartado 10.1.6.

12.1.3 Horno de secado: Conforme con lo estipulado en el apartado 10.1.4.

12.2 Especímenes de ensayo

12.2.1 Los especímenes consistirán en 10 ladrillos enteros.

12.2.2 Los 10 especímenes se distribuirán en 5 pares, de manera tal que los especímenes de cada par tengan la misma apariencia tanto como sea posible.

12.3 Preparación de los especímenes: Remover con una brocha todo polvo que esté adherido y que puede ser erróneamente considerado como eflorescencia. Secar los especímenes y enfriarlos como se prescribe en los apartados 6.1.1 y 6.1.2.

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 espaciamento 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.

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 m^2 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 espécímenes 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

Edwin G. Mendoza Huerto

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 alternatively 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

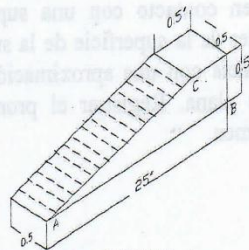


FIGURA 1 – Cuña para medir el alabeo

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.

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 subsecuentes 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.

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 11 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 11, 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.

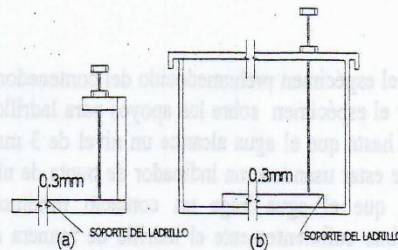


FIGURA 2 – Indicadores del nivel de agua

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.

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.

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.

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

Donde:

- V_i : 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.

$$IRA(Field) = \frac{V_i}{5}$$

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:

$$V_c = \frac{30V_i}{A_n} \quad \text{o} \quad V_c = \frac{195V_i}{A_n}$$

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 $\text{g/min}/195\text{cm}^2$.

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 mm x 610 mm.
- 18.1.4 Arena: 500 ml de arena limpia y seca.
- 18.1.5 Varilla 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.

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.

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:

$$V_s = \frac{500ml}{S_c} \times S_u$$

Donde:

- V_s : 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_u : Peso en g de la arena contenido en el espécimen de ensayo.

18.5.2 Determinar el porcentaje de vacíos como sigue:

$$\% \text{Áreavacíos} = \frac{V_s}{V_u} \times \frac{1}{16,4} \times 100$$

Donde:

- V_s : Volumen de arena determinado en 18.5.1, ml
- V_u : 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 %.

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.

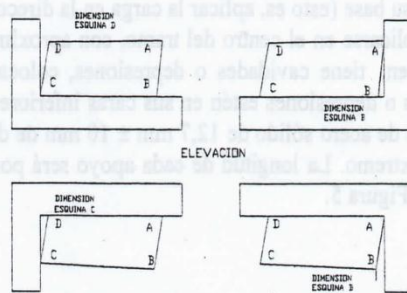


FIGURA 3 – Medida de descuadras

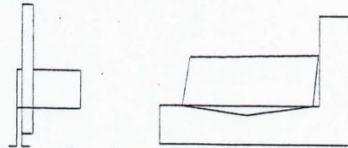


FIGURA 4 – Ubicación de la escuadra

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.

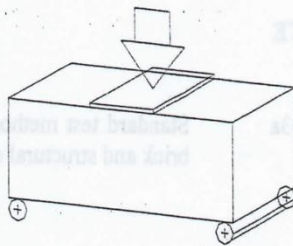


FIGURA 5 - Aplicación de la carga

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.

22. ANTECEDENTE

ASTM C 67:2003a

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

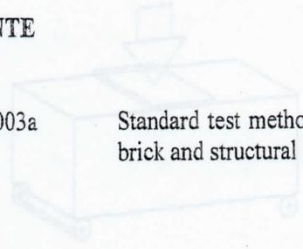


FIGURA 2 - Aplicación de la carga

30.2.3 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.

30.2.4 Velocidad de ensayo: La velocidad de carga no excederá las 0.208 N
mínimo, este requerimiento puede considerarse como satisfactorio si la velocidad del cabezal
móvil de la máquina de ensayo inmediatamente antes de aplicar la carga, no es mayor
que 1.3 mm minuto.

30.3 Informe

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

30.3.2 Registrar la carga de rotura transversal P_r para cada espécimen con
aproximación a 1 N.

30.3.3 Calcular y registrar la carga de rotura por unidad de ancho de cada
especimen como $p = P_r/w$ por cada unidad. Registrar el promedio de las cargas de
rotura por unidad de ancho para todos los especímenes transversales, convirtiéndolos como la
carga de rotura del eje.

Edwin G. Mendoza Huerto



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.

(ANEXO T)

PANEL FOTOGRAFICO



Foto N°01. Se muestra en la imagen la creación del cuadro para realización de toma de datos de las unidades.



Foto N°02. Se muestra en la imagen la medición de las unidades de albañilería.



Foto N°03. Se aprecia la medición de las longitudes de la unidad de albañilería.



Foto N°04. Se aprecia la obtención de las medidas de las unidades de Albañilería.



Foto N°05. Se muestra el llenado del recipiente con agua.



Foto N°06. Se muestran las unidades de albañilería sumergidas en agua.



Foto N°07. La imagen muestra la verificación de las unidades de albañilería Sumergidas en agua.



Foto N°08. Se muestra la medición de los pesos de las unidades de Albañilería.



Foto N°09. Se aprecia las unidades de albañilería y la balanza digital.



Foto N°10. Toma de datos de los pesos de las unidades de albañilería.



Foto N°11. Se muestra en la imagen la colocación de las unidades de Albañilería en el horno de secado.



Foto N°12. Se muestra la constatación de la colocación de las

unidades de albañilería en el horno de secado.



Foto N°13. Imagen del ensayo de alabeo en las unidades de Albañilería.



Foto N°14. Imagen de la toma de medidas para el ensayo de alabeo.



Foto N°15. Vista auxiliar del ensayo de alabeo en las unidades de Albañilería.



Foto N°16. Se observa en la imagen las unidades de albañilería

con una capa de yeso conocida como caping.



Foto N°17. Vista de la unidad de albañilería con el caping para el ensayo de resistencia a la compresión.



Foto N°18. Imagen de la unidad de albañilería antes de ser sometida a carga.



Foto N°19. Vista de la unidad de albañilería siendo sometida a carga.



Foto N°20. Se aprecia a la unidad de albañilería en el instante en que falla debido a la carga ultima en el ensayo de resistencia.



Foto N°21. Imagen de una unidad de albañilería fracturada debido a la carga a la cual fue sometida.



Foto N°22. Vista de otra unidad de albañilería fracturada debido a la Carga ultima a la cual fue sometida para el ensayo de Resistencia a la compresión.