

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Muros de tabiquería con mortero bastardo -
aplicación y beneficios en viviendas del distrito de
Chilca en Huancayo**

David Jean Piere Tello Paucar

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

Informe del Turnitin__Tesis Final__David Tello Paucar

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	1library.co Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1%

10	repositorio.uigv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
15	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
16	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %
17	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	N.M. Garcia-Aracil. "Visual Control of robots with changes of visibility in image features",	<1 %

22	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	www.repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.cuc.edu.co Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
30	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	unach.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

33	tesis.ipn.mx Fuente de Internet	<1 %
34	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
35	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	www.infoplz.net Fuente de Internet	<1 %
37	fpdonaire-tab.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
38	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
39	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
40	upcommons.upc.edu Fuente de Internet	<1 %
41	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	repositorio.unajma.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
43	weef-gedc2018.org Fuente de Internet	<1 %
44	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %

45	pt.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
46	repositorio.ufpso.edu.co:8080 Fuente de Internet	<1 %
47	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
48	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
49	repositorio.uoosevelt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
50	repositorio.utesup.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
51	riunet.upv.es Fuente de Internet	<1 %
52	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
53	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
54	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
55	de.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
56	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

57	mingaonline.uach.cl Fuente de Internet	<1 %
58	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
59	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
60	saber.ucab.edu.ve Fuente de Internet	<1 %
61	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1 %
62	virtual.urbe.edu Fuente de Internet	<1 %
63	www.ctv.es Fuente de Internet	<1 %
64	www.imprensa.gov.co Fuente de Internet	<1 %
65	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
66	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
67	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
68	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

69	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
70	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
71	riul.unanleon.edu.ni:8080 Fuente de Internet	<1 %
72	www.madrimasd.org Fuente de Internet	<1 %
73	www.uniovi.es Fuente de Internet	<1 %
74	H. M. Elsanadedy, Y. A. Al-Salloum, Z. M. Al-Zaheri, S. H. Alsayed, H. Abbas. "Behavior and Design Aspects of FRP-Strengthened URM Walls under Out-of-Plane Loading", Journal of Composites for Construction, 2016 Publicación	<1 %
75	idus.us.es Fuente de Internet	<1 %
76	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
77	nanopdf.com Fuente de Internet	<1 %
78	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

repositorio.unj.edu.pe

79

Fuente de Internet

<1 %

80

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

81

www.dspace.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

82

www.hrw.org

Fuente de Internet

<1 %

83

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1 %

84

www.theibfr.com

Fuente de Internet

<1 %

85

www.theseus.fi

Fuente de Internet

<1 %

86

"Structural Analysis of Historical
Constructions", Springer Science and Business
Media LLC, 2019

Publicación

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

ÍNDICE

DEDICATORIA	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	9
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	9
1.2. OBJETIVOS	11
1.2.1. OBJETIVO GENERAL:	11
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	11
1.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES	11
1.3.1. HIPÓTESIS	11
1.2.2. VARIABLES	11
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	12
1.4.1 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA:	12
1.4.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA:	12
1.4.3. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	12
1.4.4. JUSTIFICACIÓN VIABLE:	13
1.5. DELIMITACIÓN.....	13
1.5.1. DELIMITACIÓN CONCEPTUAL	13
1.5.2. DELIMITACIÓN ESPACIAL	13
1.5.3. DELIMITACIÓN TEMPORAL	13
1.6. IMPORTANCIA	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	14
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	14
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	14
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	17
2.2. BASES TEÓRICAS.....	21
2.2.1. FUNDAMENTOS DE RESISTENCIA DE MATERIALES	21
2.2.2. ESFUERZO AXIAL	22
2.2.3. RESISTENCIA	23
2.2.4. MORTEROS	25
2.2.5. ALBAÑILERÍA	34
2.2.6. TABIQUERÍA	37

2.2.7. TIPOS DE ASENTADO EN LADRILLO	42
2.2.8. ENSAYOS APLICADOS	45
2.3. DIMENSIÓN	48
2.4. MARCO REFERENCIAL.....	49
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	51
3.1. MÉTODO CIENTIFICO	51
3.2. TIPO: APLICADA	51
3.3. NIVEL: EXPLICATIVO	52
3.4. DISEÑO CUASI EXPERIMENTAL.....	52
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA	52
3.5.1 POBLACIÓN	52
3.5.2. MUESTRA	53
3.5.3. MUESTREO	53
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN.....	53
3.7. PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	54
3.7.1. Paso 1:	54
3.7.2. Paso 2:	54
3.7.3. Paso 3:	54
3.7.4. Paso 4:	56
3.7.5. Paso 5:	57
CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN EXPERIMENTAL	58
4.1. PILAS DE ALBAÑILERÍA.....	58
4.1.1. Elaboración de las pilas	58
4.1.2. Características del ensayo	61
4.1.3. Resultados obtenidos del ensayo	65
4.2. MURETES DE ALBAÑILERÍA.....	69
4.2.1. Elaboración de muretes	69
4.2.2. Características del ensayo	70
4.2.3. Resultados obtenidos del ensayo	73
4.3. GRANULOMETRÍA EN AGREGADO FINO	80
4.3.1. Características del ensayo	80
4.3.2. Propósito del ensayo	80
4.3.3. Proceso del ensayo	80
4.2.4. Resultados obtenidos del ensayo	81
4.4. FLUIDEZ DEL MORTERO DE CEMENTO	83

4.4.1. Características del ensayo	83
4.4.2. Propósito del ensayo	84
4.4.3. Proceso del ensayo	84
4.4.4. Resultados obtenidos del ensayo	87
4.5. CONSISTENCIA NORMAL DE LA PASTA DE CEMENTO	89
4.5.1. Características del ensayo	89
4.5.2. Propósito del ensayo	89
4.5.3. Proceso del ensayo	89
4.5.4. Resultados obtenidos del ensayo	91
CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	94
5.1. RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS.....	94
5.1.1. Clasificación del mortero de acuerdo a tabla 4 de la norma E-070	94
5.1.2. Pilas de albañilería	95
5.1.3. Muretes de albañilería	96
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
6.1. CONCLUSIONES	98
6.2. RECOMENDACIONES	99
ANEXOS	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113

DEDICATORIA

A mi mamá Soledad y mi papá Yony por su amor y apoyo incondicional y ser pilares fundamentales en mi formación académica; asimismo, a mis hermanos Brayan y Alexia que siempre confían en mí y no puedo ser indiferente a ello, a mi enamorada Anavela que fue inspiración constante en mi formación universitaria y quien conoce todos los altibajos que pasamos con ella.

RESUMEN

La siguiente investigación presentada tuvo como objetivo principal determinar la variación en las propiedades mecánicas de la tabiquería elaborada con mortero bastardo empleados en los proyectos de vivienda del distrito de Chilca en Huancayo, la investigación realizada fue de tipo aplicada con un diseño cuasi experimental y de nivel explicativo, se hizo uso de una población que consta de la tabiquería elaborada con mortero bastardo en el laboratorio de concreto de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), las medidas de las pilas y muretes de albañilería fueron las especificadas por la normativa técnica peruana, siendo 60 cm de altura en las pilas, con 4 unidades de ladrillo; y de 60cm x 60cm en los muretes con 2.5 ladrillos por hilada; en ambos casos se utilizaron ladrillos King Kong de 18 huecos, cemento Andino Tipo I, cal hidráulica de construcción y agregado de la ciudad de Huancayo.

El instrumento de investigación utilizado fue con una ficha de recolección de datos, ya que se hizo uso de esta al momento de la realización de los ensayos, luego de ello se hizo un análisis de los datos, finalmente obteniendo como resultado que el mortero bastardo con proporción de 0.50 de cal propuesto como sustituyente del mortero convencional tuvo buenos resultados, ya que supera a la resistencia mínima estipulada en la norma.

Palabras claves: Muros, muretes, pilas, mortero, compresión.

ABSTRACT

The main objective of the following research presented was to determine the variation in the mechanical properties of the partition walls made with bastard mortar used in the housing projects of the district of Chilca in Huancayo, the research carried out was of an applied type with a design of the same quasi-experimental and at an explanatory level, use was made of a population consisting of partition walls made with bastard mortar in the concrete laboratory of the National University of Engineering (UNI), the measurements of the piles and masonry walls were those specified by the Regulations. Peruvian technique, being 60 cm high in the stacks, with 4 brick units; and 60cm x 60cm on the walls with 2.5 bricks per course; In both cases, King Kong 18-hole bricks, Andean Type I cement, hydraulic construction lime and aggregate from the city of Huancayo were used.

The research instrument used was with a data collection sheet, since it was used at the time of carrying out the tests, after which an analysis of the data was made, finally obtaining as a result that the bastard mortar with The proportion of 0.50 of lime proposed as a substitute for conventional mortar had good results, since it exceeds the minimum resistance stipulated in the standard.

Keywords: Walls, walls, piles, mortar, compression.

INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la vida humana, el hombre nómada siempre buscó lugares dónde quedarse y refugiarse del clima en el que se encontraba, y fue así como comenzó la albañilería, con la invención de paredes bajas de piedra o paredes de barro cocido, estas unidas con un mortero que prestaba estabilidad y un sellado uniforme.

Guerra (2018) nos menciona que en los pueblos de Mesopotamia se construyeron palacios y templos de piedra y adobe, los egipcios por su lado decidieron que sus templos y pirámides fueran de piedra, y ya en los últimos siglos antes de Cristo, los griegos mejoraron la construcción de sus templos con la incorporación de la caliza y el mármol. La Revolución Industrial fue el principal motivo por el cual la albañilería tomó mayor importancia ya que gracias a esta se desarrollaron máquinas para extraer y moldear piedra, ladrillos y el transporte de materiales pesados; así como la producción masiva del concreto y materiales de construcción actuales que contribuirían desde ese momento a la construcción en serie de viviendas.

Por lo expuesto anteriormente, San Bartolomé (1994) afirma que el cemento portland aportó en gran manera en la estabilidad de las construcciones. ya que con este se pudieron construir edificaciones más grandes, fuertes y durables. Con la invención de la mampostería hueca en el siglo XIX se reavivó la mampostería como trabajo, las unidades de mampostería eran más baratos que cortar piedra además de requerir un menor esfuerzo para su colocación, actualmente en el siglo 21 la albañilería sigue siendo popular en distintos países del mundo.

Actualmente, en la sociedad se viene aumentando la construcción de edificaciones ya sea para vivienda, locales de comercio, centros de salud, centros de educación,

coliseos, entre otros; los mismos que soportarán distintas cargas en su vida útil, es así que la normativa peruana E060 para concreto armado reglamenta las especificaciones que deben de poseer los materiales que serán utilizados en su construcción, en especial la resistencia del concreto en sus distintas relaciones de agua – cemento (a/c).

En el Perú se tiene un amplio conocimiento acerca de la albañilería gracias a las investigaciones del ingeniero civil Ángel San Bartolomé, quien fue catedrático de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) y estuvo a cargo del área de estructuras de la misma; si bien es cierto, en los países más desarrollados sustituyeron la albañilería como división de espacios por placas pre fabricadas como el contraplacado y el Drywall que son mucho más fáciles de colocarlas y además no aportan mayor peso a la edificación, lo cual es un factor importante al momento de un análisis estructural; sin embargo, no aporta la seguridad de la que ofrece una albañilería común con unidades de ladrillo ya que no es tan dura y resistente como esta. Es por ello que, para aminorar el peso en las construcciones se optaron por usar unidades de mampostería huecas como la pandereta, que son unidades con huecos horizontales, mientras que los ladrillos cara vista son unidades que tienen los huecos en disposición vertical utilizados mayormente en las fachadas de las edificaciones.

La presente tesis está dividida en 6 capítulos, el primero detallará el planteamiento del estudio, en la que se menciona el problema, objetivos e hipótesis; el segundo capítulo, precisa el marco teórico utilizando distintas fuentes de información para enriquecer la investigación; el tercer capítulo, muestra la metodología que se llevó a cabo para la realización de la presente tesis; el cuarto capítulo, aborda el proceso experimental que se realizó para corroborar las hipótesis planteadas; el quinto capítulo, se explica el análisis y discusión de los resultados obtenidos en el capítulo anterior y por último, en el sexto capítulo, se presenta las conclusiones y recomendaciones del estudio.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, nuestro país presenta un incremento demográfico importante, ya que en el último boletín del “Estado de la población peruana” presentado por el INEI indica que en los últimos años el Perú presenta una tasa de crecimiento anual de 1.5%, la cual es causante del incremento en la demanda del uso de recursos para la construcción, tales como agregado fino, grueso, cemento, ladrillo, acero, entre otros; además, la mayoría de construcciones en el país se realiza de una manera empírica sin contar con la asesoría de un profesional en la materia, sino de técnicos en construcción que muchas veces realizan los trabajos sin contar con las especificaciones técnicas respectivas, todo lo mencionado es avalado por la (Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO, 2018, p.37) que informa lo siguiente: “El 80% de las construcciones en el Perú son informales, y la mitad de estas son vulnerables a movimientos sísmicos de alta intensidad y más aún en zonas periféricas de las ciudades”. Además, según el Boletín Estadístico Virtual del (Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2021, p.6) indica que a causa de los fenómenos ocurridos en el Perú durante los últimos 4 años, 44 913 viviendas fueron destruidas y de esta cifra un 86% corresponde al año 2020.

Por lo tanto, el problema radica en la resistencia de los elementos estructurales y entre ellos están los muros; teniendo en cuenta que, en los últimos años con los sismos ocasionados y distintos fenómenos ambientales acontecidos en el Perú, se reportó 2 668 viviendas destruidas durante el 2019 y para el 2020 incremento en 29.4%.

Si bien es cierto, la tabiquería en una construcción ofrece cierta resistencia a las construcciones ya sean portantes que son las que realizan un mayor trabajo

estructural, o las no portantes que son utilizados en división de ambientes dentro de una construcción; sin embargo, no está de más aportar mayor beneficio en relación a las propiedades mecánicas de estas mismas para así garantizar la seguridad de las construcciones frente a los posibles acontecimientos que ya viene ocurriendo en el país, en tal sentido, Salamanca Correa (2001) afirma que el mortero tipo “M” tiene mejores propiedades mecánicas acerca de la resistencia que posee, ya que este tipo de mortero es recomendado para mampostería reforzada y no reforzada, además de que se recomienda usar en estructuras donde se requiere tener una mayor durabilidad del mortero y en estructuras en contacto con el suelo tales como: cimentaciones, muros de contención, tuberías de desagüe, etc.

Hay distintos tipos de falla en muros portantes; entre ellos, la falla por compresión, y la falla de corte, en la Figura 1.1 se observa la evidencia de esta falla con fisuras que van desde el centro del muro hacia las esquinas de su confinamiento cuando la fuerza cortante es muy grande.

En el distrito de Chilca, las construcciones convencionales aún utilizan la tabiquería como elemento de división son elaboradas con morteros y mano de obra empírica por personal no capacitado sin guía de un profesional a cargo y materiales mal almacenados, lo cual no garantiza la resistencia mínima especificada por la norma, lo que hace a las construcciones propensas a fallar frente a cargas no previstas en estas.



Figura 1.1. Agrietamiento por fuerza cortante. Tomada de “Construyendo con Juan Seguro”, por Aceros Arequipa, 2012, p.7.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL:

- Determinar la variación en las propiedades mecánicas de la tabiquería elaborada con mortero bastardo empleados en los proyectos de vivienda del distrito de Chilca en Huancayo.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar la contribución del mortero bastardo en la resistencia a compresión axial.
- Determinar la contribución del mortero bastardo en la resistencia a compresión diagonal.
- Determinar la relación que existe entre la fluidez del mortero bastardo con la resistencia final.

1.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.3.1. HIPÓTESIS

1.3.1.1. Hipótesis General:

- Las propiedades mecánicas de la tabiquería varían significativamente al ser elaborada con mortero bastardo en los proyectos de vivienda del distrito de Chilca en Huancayo.

1.3.1.2. Hipótesis Específicas:

- La resistencia a compresión axial en la tabiquería elaborada con mortero bastardo tiene un cambio significativo.
- La resistencia a compresión diagonal en la tabiquería elaborada con mortero bastardo tiene un cambio significativo.
- La fluidez del mortero bastardo tiene una relación directamente proporcional con su resistencia final.

1.2.2. VARIABLES

1.2.2.1. Variable Dependiente:

Propiedades mecánicas de la tabiquería.

Indicadores:

- Resistencia a la compresión axial: La medición es en kilogramos por centímetros cuadrado.
- Resistencia a compresión diagonal: La medición es en kilogramos por centímetros cuadrado.
- Fluidez del mortero: La medición es en porcentaje de fluidez.

1.3.2.2. Variable Independiente:

Mortero bastardo

Indicadores:

- Dosificación de la cal en la preparación del mortero (diseño de mezcla).

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA:

Esta investigación se realizó a razón de la necesidad de mejorar la resistencia frente a las fuerzas que actúan sobre el muro de tabiquería; para ello, con el uso de fichas de laboratorio en donde se incluirán los datos obtenidos en las pruebas realizadas se determinará el comportamiento del muro frente los distintos esfuerzos.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA:

El procedimiento a seguir fue la de realizar unidades de pilas y muretes hechos con mortero bastardo para luego llevarlos a pruebas de compresión axial y diagonal para luego tomar datos y compararlos a los presentes en la norma y así saber si la adición de cal en el mortero dará la confiabilidad necesaria para utilizarlo.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

El presente trabajo contribuye al conocimiento académico referido a esfuerzos en los elementos presentes en construcciones, calidad de los materiales y proceso constructivo a seguir.

1.4.4. JUSTIFICACIÓN VIABLE:

Para la realización de este estudio se contó con recursos e información necesaria, por lo que se hizo posible su realización y viabilidad en el proceso.

1.5. DELIMITACIÓN

1.5.1. DELIMITACIÓN CONCEPTUAL

El presente trabajo de investigación no cuenta con muchos antecedentes actuales y menos nacionales; sin embargo, se investigó el Reglamento Nacional de Edificaciones, de la norma técnica peruana E070 de albañilería y de un artículo publicado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Por otro lado, se recaudó información del libro de Rodrigo Salamanca Correa, donde uno de sus capítulos habla acerca de la tecnología de los morteros y las propiedades específicas que tiene cada tipo.

Además, a pesar de no contar con antecedentes internacionales que abarquen el tema con exactitud, se tomó de referencia el libro “Tecnología del Concreto y del Mortero” de Diego Sánchez de Guzmán, en la que explica distintos tipos de morteros, las dosificaciones, tipos de ensayo a realizar y cuadros con factores de corrección de la mismas.

1.5.2. DELIMITACIÓN ESPACIAL

La investigación se llevó a cabo en tabiquerías elaboradas en construcciones en el distrito de Chilca; es por ello, que se realizaron pruebas en laboratorio con distintos muretes y pilas de albañilería.

1.5.3. DELIMITACIÓN TEMPORAL

La extensión de la investigación es muy escasa; sin embargo, hay investigaciones acerca de morteros y concreto en general donde ofrecen pautas para la dosificación y características de estas.

1.6. IMPORTANCIA

La importancia de la presente investigación radica en dar un mayor grado de confiabilidad al momento de brindar seguridad a cualquier edificación realizada con albañilería donde los muros aportan en cierta forma resistencia a la edificación, ya que estos son los que soportan cargas de gravedad transmitidas desde la losa aligerada o maciza.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

- Sepulcre (2005) en la tesis de posgrado titulada “Influencia de las adiciones puzolánicas en los morteros de restauración de fábricas de interés artístico”, fijó como objetivo: favorecer el diseño de morteros de restauración mediante el empleo de cal con adiciones hidráulicas, puzolánicas y tixotrópicas, aplicando la metodología experimental donde llevó a cabo ensayos en unidades adicionadas con cal hidráulica encontró los resultados siguientes: los morteros de cal hidráulica normal no ofrecían la seguridad necesaria para la restauración de estructuras y que existen riesgos al usar las puzolanas altamente reactivas como el MK (metacaolin). Muestra como conclusión: las ventajas del mortero realizado a base de cal – cemento ofrece una mayor seguridad y confiabilidad que los realizados con cal hidráulica normal y los realizados con puzolanas, sugiriendo a su vez: a partir de los resultados alcanzados en esta investigación comprueba la necesidad de una normalización rigurosa respecto a los morteros de restauración.
- Parra y Bautista (2010) en la tesis titulada “Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros”, fijaron como objetivo: mitigar el impacto ambiental que generan los escombros de las construcciones en el

aprovechamiento de éstos para la elaboración de concreto, siendo utilizados como parte del agregado; para ello, aplicaron la metodología experimental, donde se llevó a cabo la experimentación en 4 mezclas distintas con diferente proporción de agua/cemento en unidades de 30cm de alto por 15 cm de diámetro preparados con una cantidad constante de escombros de 10%. Encontraron los resultados siguientes: la mezcla donde se tuvo una cantidad de 61% de agregado grueso, 23% de fino, 6% limalla y 10% de escombros presentó el valor más alto en relación a la resistencia a la compresión a comparación de las otras unidades ensayadas, mostrando como conclusión: la adición de los escombros, así como de la limalla dan como resultado un incremento sustancial en la resistencia a la compresión en las unidades de concreto; además, que supone un ahorro del 30% en materiales a utilizar con respecto al concreto realizado con agregados convencionales, sugiriendo a su vez, para generar un menor impacto ambiental con la realización de obras civiles, es importante el aprovechamiento de los residuos sólidos que se generan al desechar los escombros de obras que cumplieron su tiempo de vida, esto además supone ahorros importantes para las empresas que desarrollarán proyectos futuros.

- Navarro y Forero (2017) en la tesis titulada “Mejoramiento de la resistencia a compresión del concreto con Nanotubos de Carbono”, fijaron como objetivo: mejorar las propiedades mecánicas del concreto con la adición de nanotubos en el diseño de mezcla; para ello, aplicaron la metodología experimental utilizando 9 muestras, de las cuales 3 de ellas fueron realizadas con el diseño tradicional, 3 con 0.5% de nanotubos y los últimos 3 con un 0.3% de nanotubos. Encontraron los resultados siguientes: en los casos donde se adicionaron los nanotubos, ya sea el de 0.5% y el de 0.3%, se encontró una mejora en la resistencia a la compresión de las muestras de concreto que se llevaron a ensayo en un 11.7%, mostrando como conclusión: la inclusión de los nanotubos en el concreto es una buena elección que debe de ser aplicado de manera progresiva en Colombia, ya que la nanotecnología es un campo relativamente nuevo y tiene muchos más beneficios, sugiriendo a su vez: al incorporar los nanotubos en la mezcla tradicional, ésta se vuelve menos manejable ya que se

tiene un área mayor de hidratación, lo que causa que la mezcla se torne más viscosa y es recomendable adicionar aditivos plastificantes para su mejor trabajabilidad.

- Usedo (2015) en la tesis de posgrado titulada “Estudio y análisis de la utilización de la cal para el patrimonio arquitectónico-Valencia”, fijó como objetivo: desarrollar un proceso de fabricación de cal, tipologías, nuevos aditivos y su puesta en obra; para ello, aplicó la metodología experimental en la cual constó de tres etapas; la primera, centrada en el material plenamente; la segunda, se analizó 3 focos de fabricación de cal en Valencia, y por último se explica cada tipo de cal y su aplicación, considerando así que los morteros de cal y cemento tienen una mayor trabajabilidad y tiempo de fraguado para las construcciones. Encontró los resultados siguientes: Los morteros de cal hidráulica normal no ofrecían la seguridad necesaria para la restauración de estructuras y que existen riesgos al usar las puzolanas altamente reactivas como el MK (metacaolin), mostrando como conclusión: Las ventajas del mortero realizado a base de cal – cemento ofrece una mayor seguridad y confiabilidad que los realizados con cal hidráulica normal y los realizados con puzolanas, sugiriendo a su vez: A partir de los resultados alcanzados en esta investigación comprueba la necesidad de una normalización rigurosa respecto a los morteros de restauración.
- Morales (2015) en la tesis titulada “Estudio de concretos de alta durabilidad”, fijó como objetivo: desarrollar mezclas de gran potencial mediante la investigación de 6 tipos distintos de mezclas en relación a la durabilidad y resistencia mecánica; para ello, se aplicó la metodología descriptiva en la cual llevo a cabo estudios e investigaciones de 6 tipos de muestras distintas de las cuales determinó las características y el potencial de cada una. Encontró los resultados siguientes: Los morteros de cal hidráulica normal no ofrecían la seguridad necesaria para la restauración de estructuras y que existen riesgos al usar las puzolanas altamente reactivas como el MK (metacaolin), mostrando como conclusión: existe una relación directa entre la adición de minerales a la mezcla y el potencial del concreto para la durabilidad, resistencia a los sulfatos, resistencia mecánica, sugiriendo a su vez: para tener una mayor permeabilidad

en el concreto resultante, es necesario la adición de aditivos minerales ya que, al tener naturaleza natural, deja menos espacios libres en el concreto, por ende, lo hace más permeable.

- Limardo (2010) en la tesis titulada "Mejoramiento en la calidad de mezclas y colocación de concreto en 2 obras civiles", fijó como objetivo: mejorar la calidad de elaboración, colocación y proceso constructivo del concreto utilizado en 2 obras civiles; para ello, se aplicó la metodología experimental, en la cual se tuvo un proceso de seguimiento de la calidad y estar al tanto de los procesos constructivos que se siguieron al colocar el concreto. Encontró los resultados siguientes: hubo una mejora notoria respecto a la resistencia mecánica del concreto y el proceso constructivo que se llevó a cabo disminuyendo las falencias que antes se tenía dentro de este ámbito, mostrando como conclusión: se pudo lograr la disminución de la desviación estándar en relación a la resistencia mecánica de las mezclas elaboradas en las plantas, así como también una mejora en la mano de obra, maquinaria usada y formas de trabajo, sugiriendo a su vez: la investigación realizada obtuvo buenos resultados y no se requirió en una inversión o tecnología amplia; por ello, es viable su aplicación en las distintas obras que se requieran realizar.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

- Alanya (2017) en la tesis de posgrado titulada "comportamiento del mortero con aditivo expansivo para resanes en obras de ingeniería civil" fijó como objetivo: investigar el comportamiento del mortero preparado con un aditivo expansivo al estado fresco y endurecido, para utilizarlo en resanes de elementos de concreto en obras de Ingeniería Civil, aplicando la metodología experimental en la que se utilizaron dosificaciones del 2%, 6% y 10% del peso del cemento. Encontró los resultados siguientes: Los morteros analizados tuvieron una buena adherencia, la que aumenta directamente a la cantidad de aditivo utilizado, mostrando como conclusión: la trabajabilidad va directamente proporcional con la dosis tomada; sin embargo, las desventajas son que a más cantidad de aditivo menor será la resistencia a compresión de los morteros, pero si es usado en cantidades menores la diferencia será mínima, sugiriendo a su vez: Si se desea una mayor trabajabilidad y rendimiento en la obra es

necesario utilizar este tipo de aditivo sin embargo utilizarlo a condiciones y cantidades adecuadas no influirá negativamente en la resistencia de estas.

- Ruiz (2017) en la tesis titulada “Macromodelación numérica de ensayos de pilas y muretes de albañilería de arcilla”, fijó como objetivo: calibrar propiedades plásticas de tabiquería puesta a ensayo en laboratorio para determinar el comportamiento estructural a tracción y compresión, aplicando la metodología experimental, en la que se utilizaron ensayos en laboratorio y revisión bibliográfica. Encontró los resultados siguientes: tanto las pilas puestas a prueba como los muretes lograron superar a la resistencia mínima propuesta en la NTP 339.605, por ende, se encuentran en un orden de magnitud adecuados, mostrando como conclusión: se logró obtener un modelamiento numérico para lograr leyes que representen al material utilizado, en este caso la albañilería de arcilla quienes requieren de parámetros plásticos que se modelaron con valores referenciales de Poisson y densidad, sugiriendo a su vez: Para resultados más exactos es recomendable revisar bibliografía complementaria y llevar a cabo más ensayos en laboratorio para tener más exactitud en los cálculos.
- Lopez y Huamani (2017) en la tesis titulada “Influencia del nanosílice y superplastificante en la durabilidad del concreto sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo de la ciudad de Puno”, fijaron como objetivo: determinar el grado de influencia al utilizar nanosílice en el concreto y comprobar que influye directamente en la duración de éste cuando se somete a cambios bruscos de clima; para ello, aplicaron la metodología experimental en la que se utilizaron ensayos en laboratorio. Encontraron los resultados siguientes: para conocer la durabilidad del concreto, el factor importante es la estructura de los poros y la saturación de los materiales, mostrando como conclusión: Existe una relación proporcional a la duración del concreto con la cantidad de nanosílice agregada a éste, sugiriendo a su vez: Para aumentar la resistencia del concreto es bueno disminuir la porosidad, y esto se da con la adición controlada del nanosílice.

- Sáenz (2016) en la tesis titulada “Comportamiento sísmico de tabiques contruidos con ladrillos pandereta”, fijó como objetivo: analizar la influencia del ladrillo pandereta en la resistencia a compresión en edificaciones frente a un sismo, para ello aplicó la metodología experimental en la que se sometió a ensayos muestras de muretes elaborados con ladrillo pandereta. Encontró los resultados siguientes: La falla a compresión en los muretes estuvo evidenciado con fallas mixtas, ya que no seguía una trayectoria diagonal al momento de fallar y en una muestra de presentó una falla diagonal debido a la baja adherencia en las juntas, mostrando como conclusión: el ladrillo pandereta no genera buenas expectativas frente a cargas en compresión como lo haría un ladrillo artesanal en un muro portante, ya que en los ensayos no se evidenció la falla esperada, sugiriendo a su vez: Este tipo de albañilería con ladrillos pandereta no son recomendados en construcciones donde se requiera una mayor resistencia a compresión frente a sismos; sin embargo, sirve para tabiquerías interiores como división de espacios.
- Estrella (2018) en la tesis de posgrado titulada “Influencia de la adherencia de tabiquería con mortero cal – cemento en su comportamiento estructural, Lima 2018”, fijó como objetivo: analizar la influencia de la adherencia de tabiquería como mortero cal – cemento, para ello aplicó la metodología experimental en la que se utilizó una población de tabiquería elaborados en laboratorio el 17 de octubre de ese presente año, el tamaño de muestra fueron 3 muretes de 1m² y tres pilas de 5 unidades. Encontró los resultados siguientes: El comportamiento de la tabiquería hecha con el tipo de mortero cal – cemento sobrepasa lo esperado ya que tiene una resistencia a compresión diagonal promedio de 2.1 kg/cm², compresión de 9.6 kg/cm², mostrando como conclusión: El producto de la elaboración de tabiques resultó más económico que los realizados normalmente ya que tiene como rendimiento 47 m² dentro de las 8 horas de trabajo, sugiriendo a su vez: Este tipo de mortero en un sistema porticado y con sistema de placas no cumple directamente como elemento estructural, pero de acuerdo a los ensayos cumple con la resistencia a compresión y momento positivo aceptable.

- Vargas (2016) en la tesis titulada “Determinación de propiedades mecánicas de la mampostería de adobe, ladrillo y piedra en edificaciones históricas peruanas”, fijó como objetivo: determinar la resistencia en unidades de adobe y ladrillos hechos de arcilla en las edificaciones históricas del país y así evitar su colapso; para ello, aplicó la metodología experimental en la que se sometió a ensayos cincuenta unidades entre pilas, muretes, cubos y ladrillos. Encontró los resultados siguientes: al terminar el análisis de los ensayos se encontró que las edificaciones históricas en estudio tenían cimientos y sobrecimientos a base de piedra y/o ladrillos, mostrando como conclusión: las edificaciones históricas poseen cimientos, sobrecimientos y muros que soportan las cargas mínimas estipuladas en la presente norma, sugiriendo a su vez: Es necesario realizar más ensayos para determinar el grado de vulnerabilidad de las edificaciones históricas ubicadas en la ciudad de Lima.
- Araoz y Velezmoro (2012) en la tesis titulada “Reforzamiento de viviendas existentes construidas con muros confinados hechos con ladrillos pandereta -segunda etapa-”, fijó como objetivo: evitar el colapso de construcciones a causa de sismos mediante el refuerzo con malla electrosoldada y tarrajeado con mortero, para ello aplicó la metodología de tipo comparativo ya que se hizo una comparación entre dos muros realizados con ladrillo pandereta, pero con la diferencia que uno de los muros se complementarían con el refuerzo de mallas electro soldadas y tarrajeado con mortero. Encontró los resultados siguientes: Al terminar el análisis de los ensayos se encontró que las edificaciones históricas en estudio tenían cimientos y sobrecimientos a base de piedra y/o ladrillos, mostrando como conclusión: La resistencia a compresión no fue la esperada ya que se obtuvo un valor de $f_m=43 \text{ kg/cm}^2$ lo que significa que el ladrillo pandereta no es la mejor opción para realizar muros portantes ya que supone un riesgo a futuro y que además el costo de construcción asciende en un 23% para el reforzamiento y tarrajeo, sugiriendo a su vez: Si se requiere realizar muros portantes en edificaciones sometidas a cargas de sismo, es recomendable utilizar ladrillos artesanales o los especificados por profesionales para que se logre la adecuada resistencia a compresión requerida.

- Morante (2008) en la tesis titulada “Mejora de la adherencia mortero-ladrillo de concreto”, fijó como objetivo: mejorar la resistencia a corte en albañilería realizada con ladrillos de concreto, para ello aplicó la metodología experimental en la que se utilizó tres técnicas distintas de construcción recomendada con el fin de aumentar la adherencia entre ladrillo y mortero. Encontró los resultados siguientes: Ninguna de las técnicas utilizadas sobresale de manera contundente en relación a la resistencia a compresión axial; sin embargo, en relación a compresión diagonal si se tuvo leves diferencias, dando como sobresaliente a la técnica de construcción “C” que utilizó un mortero con cal en proporción volumétrica 1:1/2:4 (cemento, cal, arena), mostrando como conclusión: para una mejor adherencia entre ladrillo y mortero y además tener una mayor resistencia a compresión, la cal es un material necesario ya que cumple un rol importante en la resistencia del concreto, sugiriendo a su vez: la técnica de construcción tipo “C” es adecuada para la elaboración de tabiquería.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. FUNDAMENTOS DE RESISTENCIA DE MATERIALES

Cervera y Blanco (2015) consideran que: “La mecánica de estructuras es el resultado de aplicar la teoría de la elasticidad a un tipo restringido de problemas que se presentan en la ingeniería estructural y que a su vez es dividida por la restricción en la definición del problema elástico que afecta a la geometría de los elementos estructurales, y también es definida por la adopción de hipótesis fundamentales que permiten definir un problema lineal y abordar un problema tridimensional (altura, longitud y ancho)”.

- Concepto de pieza y estructura:

Pieza es todo cuerpo sólido formado de un área plana (S) que está en el espacio en el cual su centro de gravedad (G) recorre una directriz y su plano se mantiene constante. La directriz puede ser alabeada, plana o pueden ser piezas rectas (ver Figura 2.1)

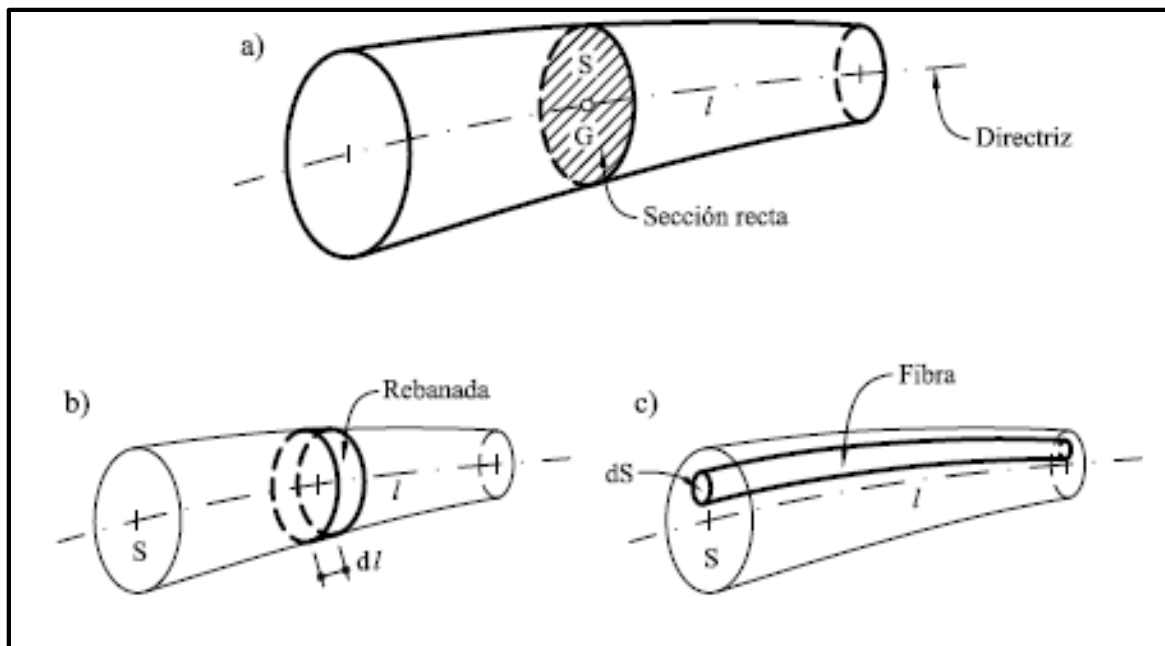


Figura 2.1. Concepto de pieza prismática, alabeada y fibra. Tomada de “Mecánica de Estructuras”, por Cervera y Blanco, 2015, p.7, p.43.

2.2.2. ESFUERZO AXIAL

Se considera que un cuerpo está sometido a tracción o compresión simple cuando sobre su sección actúa solamente esfuerzos axiales; es decir, fuerzas normales aplicadas perpendicularmente a su sección siendo positivas las fuerzas a tracción y negativas las fuerzas a compresión.

Estrella (2018) menciona que todo tabique se debe de construir con el fin de poder resistir fuerzas externas tales como: cargas de la obra, choques imprevistos, temperatura, viento, humedad, golpes, entre otros sin que los elementos del tabique pierdan perder sus características.

De acuerdo a lo mencionado por el autor, la tabiquería también tiene funciones dentro de la estructura, ya que siempre surgirán situaciones que no estaban contempladas en la construcción y que deben ser solucionadas a tiempo.

2.2.2.1. Esfuerzo axial en pieza recta

En este caso se hace la hipótesis de Bernoulli: “Durante la deformación de una pieza recta sometida a esfuerzo axial las secciones transversales permanecen planas y paralelas a sí mismas”. (Ver Figura 2.2)

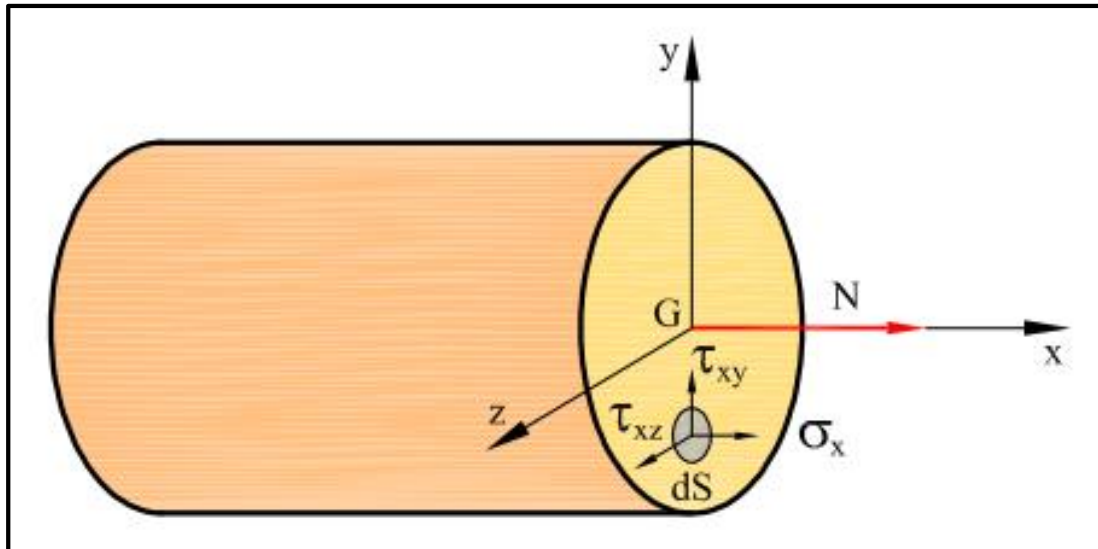


Figura 2.2. Esfuerzo axial sobre una sección. Tomada de “Mecánica de Estructuras”, por Cervera y Blanco, 2015, p.128.

La fórmula para representar y determinar el esfuerzo axial es:

$$N = \sigma_x \int_d dS = \sigma_x \cdot A \quad (2.1)$$

$$\sigma_x = \frac{N}{A} \quad (2.2)$$

2.2.3. RESISTENCIA

Estrella (2018, p.40) afirma que la resistencia es una característica importante en toda tabiquería; sin embargo, científicamente es complicado definirlo ya que antiguamente se lo definía a través de la solidez de los tabiques. Este debe resistir impactos simples sin presentar deterioro alguno, además afirma que existen tres tipos de resistencia al fuego:

- Estabilidad frente al fuego (SF): Cuando el tabique conserva la resistencia mecánica.
- Antillama (PF): El tabique conserva la resistencia e impide el paso de gases y llamas al interior.
- Cortafuego (CF): El tabique conserva la resistencia, impide el paso de gases y llamas y no transmite el calor al interior.

De acuerdo a lo mencionado por el autor, los ladrillos utilizados en la tabiquería deben de ser resistentes y seguir con un proceso constructivo correcto para luego ver el comportamiento del acabado antes del punto de falla.

2.2.3.1. Según Reglamento Nacional de Edificaciones E-070

El diseño de todo tipo de construcción debe seguir las indicaciones puestas por el reglamento de cada país; por ende, en esta investigación se utilizará las normas E030 y E070 en la que especifica la zonificación y tipo de suelos en donde se realizarán los trabajos.

Además, las normas a utilizar muestran requisitos mínimos acerca de los materiales, calidad y supervisión de la albañilería construida.

2.2.3.2. Según Norma Técnica Peruana 399.621 del 2004

La presente norma brinda indicaciones acerca de los ensayos que deben ser aplicados en los muretes, tales como el ensayo de compresión axial y compresión diagonal.

En la indicación que brinda está el de aplicar una fuerza denominada “P” de manera regular y creciente con una velocidad de 1Tn/min en los muretes que, según la norma se recomiendan tener una dimensión de 60 cm x 60 cm, para después observar el tipo de falla que presentaron, y con ello determinar empíricamente la resistencia del murete de albañilería.

2.2.3.3. Según Reglamento Nacional de Edificaciones E-030

Este reglamento está enfocado mayormente en el diseño sismo resistente donde presenta requisitos mínimos de diseño para las construcciones destinadas a un comportamiento sísmico y siguiendo con la filosofía sismo resistente peruana, en la cual presenta tres objetivos básicos: evitar pérdidas humanas, garantizar la continuidad de servicios esenciales, y reducir en lo posible los daños a las estructuras.

2.2.3.4. Particularidades del suelo en el Perú

INDECI (2021) menciona que en el Perú se encuentran distintas tipos de morfología de acuerdo a la zona trabajada, como por ejemplo colinas y montañas con pendientes variables, donde se observan que las rocas intrusivas de granodiorita y diorita son las

causales de afloramientos desplazando al segundo lugar a las rocas volcánicas seguidos de las sedimentarias.

Según lo mencionado por el autor, el Perú está compuesto de distinta morfología que consta de colinas y montañas en todo su territorio, además se presenta 5 tipos de suelo, los cuales están caracterizados en la siguiente Tabla 2.1:

Tabla 2.1.

Clasificación de perfiles de suelo

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
PERFIL	\bar{V}_s (velocidad de propagación de ondas de corte)	\bar{N}_{60} (valores de STP)	\bar{S}_u (resistencia al corte)
S₀	> 1500 m/s	-	-
S₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
S₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S₄	Clasificación basada en el EMS		

Nota: Velocidad de propagación de ondas sísmicas, valor SPT y resistencia al corte por tipo de perfil. Tomado de norma técnica peruana E030, 2019, p. 10.

2.2.4. MORTEROS

Son varios los autores que definen al mortero, entre ellos tenemos a Aceros Arequipa (2010), el cual lo define como la unión de cemento, arena y agua, cuya función principal es la de unir unidades de albañilería, además de tener otras funciones como la de tarrajeo de paredes y techos.

Salmanca (2001) define a los morteros como la combinación heterogénea de cemento, arena y agua; que en conjunto pueden tener una función estructural en las edificaciones como también no cumplirla. Según el cargo que cumplen se clasifican en mampostería que poseen dosificaciones distintas (1:3 o 1:4).

Por otro lado, el R.N.E. (2006) lo define como el material utilizado para adherir horizontal y verticalmente las piezas de albañilería y que su composición puede ser distinta con la mezcla de arena, cemento, cal, etc., menciona además que las juntas vienen a ser planos de “debilidad”; es decir, ya que el mortero posee una menor resistencia que las unidades de ladrillo, es común ver que la falla se desarrolle en los mencionados planos.

De acuerdo a ACI (2010) se reconoce 3 tipos de falla, los cuales son: por deslizamiento de la junta del mortero (A), por tensión diagonal (B) y por aplastamiento en la base (C). (Ver Figura 2.3)

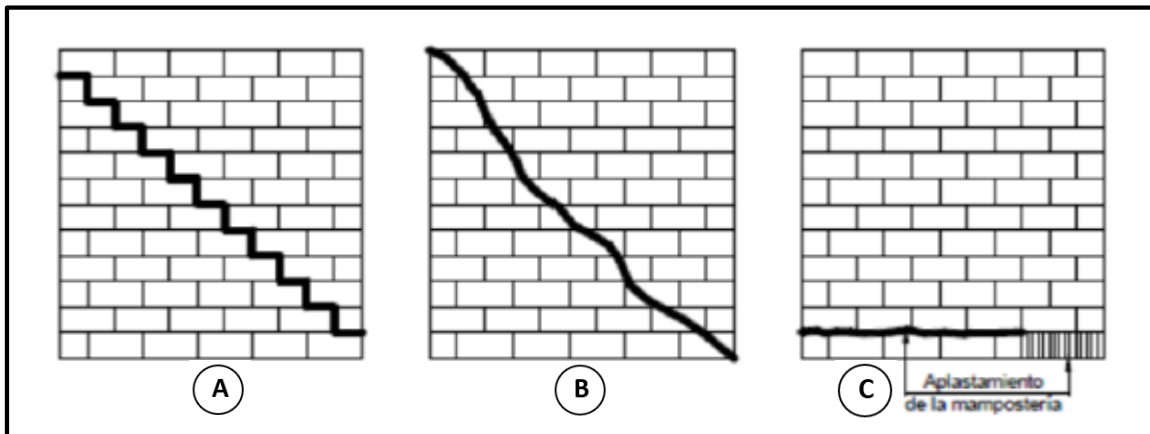


Figura 2.3. Tipos de falla según ACI 440.7R-10. Tomada de “ACI 440.7R-10”, por American Concrete Institute, 2010, p.7.

Los morteros premezclados húmedos son aquellos que son combinados en planta y que posteriormente se adicionan aditivos haciendo que el proceso de secado del mortero inicie luego del contacto con las unidades de albañilería.

Por otro lado, los morteros premezclados secos a diferencia del premezclado húmedo, se adicionan aditivos en polvo y requiere una culminación del mezclado en obra con adición controlada de agua.

2.2.4.1. Tipos de morteros

Estrella (2018) en su tesis nos describe 11 tipos de mortero según la clasificación que tienen, estas son:

- Morteros aligerados
- Morteros de cal
- Morteros expansivos
- Mortero de cemento
- Morteros de cemento de aluminio de calcio
- Mortero especial
- Mortero refractario
- Mortero coloreado
- Mortero no expansivo

- Mortero con aireante

2.2.4.1.1 Mortero bastardo

Guerra (2018) define a este tipo de mortero como el compuesto de dos aglomerantes como el cemento y la cal con ventajas de secado rápido, la nula presencia de grietas por retracción, aumento de la plasticidad y adherencia.

Por otro lado, Rimac (2019) afirma que este tipo de mortero está compuesto de cal y cemento portland y que es utilizado cuando se busca trabajabilidad, buena resistencia inicial y una aceptable retención de agua.

Ambos autores citan al libro de Sánchez de Guzmán, quien en su investigación indica que la cantidad de cemento utilizada en el mortero determinará sus propiedades finales, como alta resistencia, fragua rápida y buena trabajabilidad.

2.2.4.2. Adherencia del mortero

Estrella (2018) menciona que la adherencia es una característica importante que el mortero debe de poseer ya que es el material utilizado para la adherencia de las piezas de mampostería.

Agregando a lo mencionado por el autor, esta adherencia debe de ser intrínseca para todo mortero ya que es el principal actuante en la elaboración de los muros en una construcción; sin embargo, aún faltan investigaciones para determinar la resistencia requerida que se debe de tener.

2.2.4.3. Materiales usados en el mortero

2.2.4.3.1. Agua

Estrella (2018) afirma que dentro de una construcción, el agua tiene 2 funciones principales, las cuales son: para la elaboración del mortero y para el curado durante el tiempo de secado de los muros.

Por otro lado Aceros Arequipa (2010) en su manual nos da recomendaciones de cómo debe de ser el agua en obra, y esta debe ser limpia, libre de impurezas, fresca; en una frase resumida, agua potable; además menciona que la cantidad que se utilice en la

fabricación del mortero es importante y debe estar controlada ya que un uso abundante de esta, hará que el mortero pierda sus propiedades.

Los autores mencionados concuerdan en que el agua debe estar libre de impurezas ya que será material principal para la elaboración del mortero y para su curado respectivo; sin embargo, en las construcciones informales actualmente hacen uso del agua reciclada del que usan para lavar materiales, manos, entre otros. Por ello, es importante la cultura de calidad en el proceso constructivo en una construcción.

2.2.4.3.2. Cemento

Aceros Arequipa (2010) menciona que el cemento es un material que al ser combinado con la piedra, agua y arena, crea una mezcla capaz de alcanzar alta resistencia a la compresión y una consistencia similar a la piedra.

El cemento es comercializado en cantidad de 1 pie cúbico con un peso de 42.5 kg (Ver Figura 2.4); ésta se presenta en distintas marcas y tipos, siendo los más utilizados los del tipo I e IP.



Figura 2.4. Presentación de la bolsa de cemento. Tomada de “Manual del constructor”, por Aceros Arequipa, 2010, p.18.

El cemento comercial en todo el país es el Cemento Portland que es originado a partir de la pulverización del clínker, mineral de silicatos de calcio. La ASTM C150 clasifica al cemento en 6 tipos:

CEMENTO PORTLAND TIPO I:

Es el más comercial y común entre los tipos de cementos ya que son usados en trabajos de albañilería donde no se requiera el uso de morteros con características especiales.

- Cabe resaltar que este tipo de cemento fue utilizado en las elaboraciones del mortero para la fabricación de los muretes y pilas.

CEMENTO PUZOLÁNICO IP:

Posee características mejoradas de adherencia ya que posee puzolana hasta en 15% obtenida de arcillas calcinadas, cenizas volcánicas o ladrillos pulverizados.

Ya que retrasa el tiempo de fraguado del mortero, es esencial para el acabado de los pisos de concreto.

CEMENTO PORTLAND TIPO II:

Adecuado para construcciones con moderada exposición a sulfatos, ya que éstos deterioran al concreto al contacto.

CEMENTO PORTLAND TIPO III:

Recomendado para climas fríos ya que posee un alto calor de hidratación y desarrolla su resistencia de manera rápida.

CEMENTO PORTLAND TIPO IV:

Al contrario del Tipo III, este tipo de cemento tiene bajo calor de hidratación y es recomendado para vaciados masivos con gran cantidad de concreto como por ejemplo en el vaciado de presas y muros de contención.

CEMENTO PORTLAND TIPO V:

Posee una alta resistencia a los sulfatos y sales, es el recomendado para vaciados en obras de concreto ubicados en contacto directo con el agua.

Cabe resaltar que los cementos III y IV no son producidos en el país.

2.2.4.3.2.1. Consideraciones

Aceros Arequipa (2010) en su manual nos brinda recomendaciones antes de adquirir cemento para ser usado en obras de concreto, las cuales son:

- Comprar el cemento con menos de 2 semanas de anticipación.
- Si se requiere almacenarlo, debe estar protegido frente a la humedad para que mantenga sus propiedades, para ello se recomienda aislarlo del suelo mediante una plataforma. (Ver Figura 2.5)

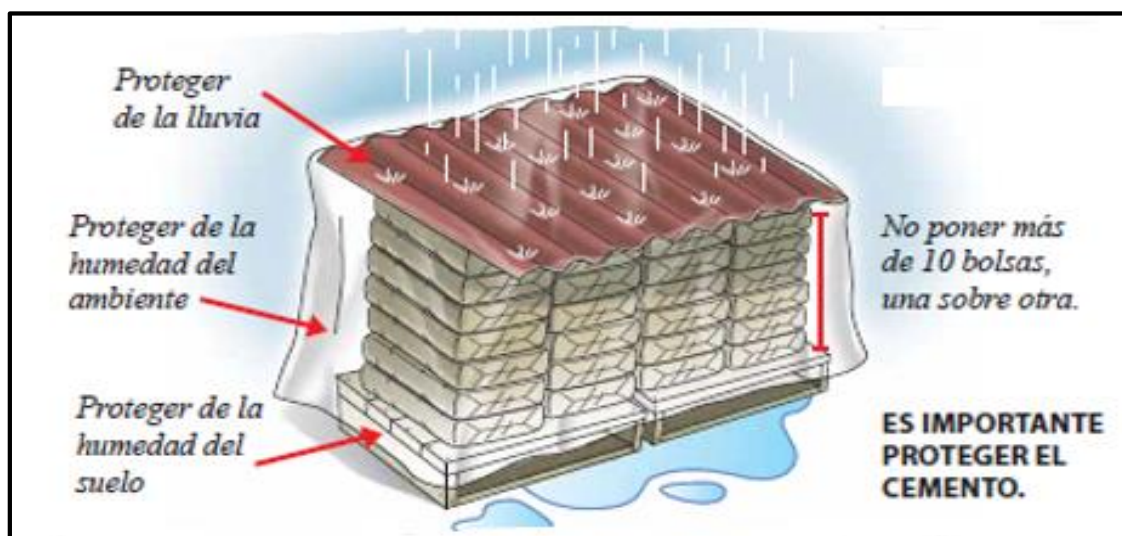


Figura 2.5. Almacenamiento correcto de bolsas de cemento. Tomada de “Manual del constructor”, por Aceros Arequipa, 2010, p.19.

Es recomendable apilar hasta 10 bolsas en 1 columna para evitar el endurecimiento de las bolsas inferiores.

- El tiempo máximo de almacenamiento es de 1 mes, y antes de ser usado debe ser verificado si no presenta grumos duros que no puedan romperse con la yema de los dedos.
- Después del vaciado, el cemento debe de mantenerse húmedo para que alcance la resistencia requerida para el trabajo.

2.2.4.3.3. Arena gruesa

Según Aceros Arequipa (2010), menciona que este elemento del mortero debe poseer un tamaño máximo de partícula de 5 mm y es esencial para la preparación de la mezcla, además que debe estar libre de impurezas como material orgánico y el polvo.

El autor menciona que el agregado, en este caso la arena gruesa debe poseer un tamaño específico de partícula, ya que servirá para la unión de las piezas a albañilería y para evitar las fisuras al momento de que el concreto endurezca. (Ver Figura 2.6)

Se tienen recomendaciones para la adquisición del agregado grueso, entre los cuales tenemos:

- Cumplir con el tamaño máximo de partícula (5 mm)
- Debe ser procedente de canteras y ríos.
- No tener impurezas como material orgánico y/o polvo.
- Verificar la humedad natural del agregado.

Al seguir las recomendaciones, se tendrá un valor más exacto en el momento de hacer un diseño de mezcla óptimo, al mismo tiempo de garantizar la calidad del concreto resultante.



Figura 2.6. Agregado grueso para mortero. Tomada de “Manual del constructor”, por Aceros Arequipa, 2010, p.20.

2.2.4.3.4. Aditivos

Estrella (2018) identifica a los aditivos como materiales que sin ser un elemento común del concreto o mortero, es adicionado como ingrediente antes o durante el proceso del mezclado.

En resumen, los aditivos son compuestos químicos añadidos en relación al volumen de la mezcla de concreto con el fin de modificar y mejorar sus propiedades ya sea en estado fresco o endurecido; sin embargo, se deben seguir consideraciones para la utilización de estos productos ya que deben ser utilizados teniendo en consideración la importancia que tendrá y lo rentable en relación al costo – beneficio.

2.2.4.4. Morteros para mampostería.

A relación del total del material, el muro de mampostería vendría a ser entre el 10% y 20%; sin embargo, en el muro tiene una incidencia aun mayor y cumple dos funciones importantes que son: función estética, el cual le da colorido, textura, etc.; y también cumple función estructural ya que une las unidades de mampostería, ayuda a evitar la infiltración de aire y agua, une piezas metálicas y de madera para trabajar en conjunto, y, por último, actúa en conjunto con la armadura.

2.2.4.4.1. Clasificación de los morteros de mampostería:

Acorde con la norma ASTM C270, la clasificación de los morteros está dada por proporciones y propiedades.

- Especificación por propiedades:

Las dosificaciones empleadas en laboratorio serán las que se usen en obra y el resultado esperado será el satisfactorio, la tabla 2.2 da una imagen más detallada de proporciones.

Tabla 2.2.*Especificación por propiedad de morteros en laboratorio*

Tipo de Mortero	Resistencia mínima a la compresión a 28 días (kg/cm²)	Retención mínima de agua (%)	Contenido máximo de aire (%)	Relación de agregados (medida en condición húmeda y suelta)
M	175 kg/cm ²	75%	12%	No menor a 2.25 y no mayor a 3.5 veces la suma de los volúmenes separados de materiales cementantes.
N	125 kg/cm ²	75%	12%	
S	50 kg/cm ²	75%	14%	
O	25 kg/cm ²	75%	14%	

Nota: Propiedades por tipo de mortero en laboratorio. Tomado de Salamanca, 2001, p.43.

- Especificaciones por proporciones:

Este caso se da cuando se tiene un concepto detallado de los pesos unitarios de los agregados y componentes del mortero, la Tabla 2.3 brinda especificaciones e la proporción cemento y cal en los morteros.

Tabla 2.3*Especificaciones por proporción para cemento y cal*

Tipo de Mortero	Proporciones por volumen (Materiales cementantes)		Relación de agregados (medida en condición húmeda y suelta)
	Cemento Portland o Portland Adicionado	Cal hidratada o apagada	
M	1	0.25	No menor a 2.25 y no mayor a 3.5 veces la sum de los volúmenes separados de materiales cementantes.
N	1	0.25 a 0.50	
S	1	0.50 a 1.25	
O	1	1.25 a 2.50	

Nota: Propiedades por tipo de mortero en laboratorio. Tomado de Salamanca, 2001, p.43.

MORTERO TIPO M:

Este mortero es una mezcla con elevada resistencia y durabilidad entre los morteros presentados, es recomendada para mampostería reforzada o sin refuerzo y para estructuras en contacto con el suelo.

MORTERO TIPO N:

Mortero para uso común y utilizado en divisiones interiores y representa la mejor opción en cuanto a resistencia, trabajabilidad y economía.

MORTERO TIPO S:

Mortero con la más alta adherencia y usada en construcciones con requerimiento de adherencia y cargas a compresión normal.

MORTERO TIPO O:

Mortero con poca resistencia y alto contenido de cal, usado en revestimientos y divisiones interiores que no requieran alta resistencia. Usualmente utilizada en viviendas de 1 a 2 pisos.

2.2.5. ALBAÑILERÍA

Según San Bartolomé (1994), la define como un sistema de piezas trabajadas tales como piedras, adobe, ladrillos y bloques, de los cuales las piedras son de origen natural y las demás son de origen artificial; estas adheridas con algún material, ya sea una mezcla de cemento, mortero o barro.

En distintos textos de albañilería concluyen que ésta existió desde la prehistoria, y la forma más clara de demostrarlo radica en las primeras construcciones elaboradas por los hombres sedentarios con la construcción de muros hechos a base de piedras unidas con barro, la misma que en la actualidad es denominada como “pirca”.

2.2.5.1. Unidades de albañilería artificiales

San Bartolomé (1994) afirma que la primera unidad de albañilería consistió en una masa amorfa de barro que fue secada al sol y puede ser comprobada con vestigios encontrados en las ruinas de Jericó – Medio Oriente, 7350 años a.C., Mesopotamia y Huaca Prieta – Perú.

El adobe es otra unidad de albañilería artificial que se tiene y que requiere de un molde para tener la forma necesaria para poder conformar un muro, ésta unidad fue inventada en Sumeria hace ya años a.C. y supuso un hito en las construcciones realizadas en esa época ya que su uso se intensificó en las primeras civilizaciones. Además, San Bartolomé (1994) menciona que el adobe al ser llevado al horno hace aproximadamente 3000 años a.C. se logró obtener lo que actualmente es conocido como ladrillo de arcilla o cerámico, desde ese punto las construcciones requerían tener un control técnico para garantizar su durabilidad y seguridad, es así que el Rey Hammurabi creó el primero reglamento de construcción, la cual especificaba muerte al constructor de la vivienda si por algún motivo esta fallase y matara a algún miembro de la familia que la ocupara.

El autor nos menciona que la albañilería es un sistema conformado por elementos distintos que unidos forman uno solo, éstos elementos son: unidades de albañilería, y mortero que puede ser de origen artificial o natural cuya función será la de unir dichas piezas de albañilería por tener características de pegamento, también menciona que el proceso constructivo proviene de la necesidad del hombre.

2.2.5.2. Tipos de albañilería

2.2.5.2.1. Albañilería confinada

San Bartolomé (1994) afirma que la albañilería confinada en Perú se introduce luego del terremoto de 1940 y que es caracterizada por estar confinada en todo su perímetro.

Aceros Arequipa (2010) por su lado, menciona que la albañilería confinada es una técnica de construcción donde se utiliza el ladrillo de arcilla cocido , vigas soleras y columnas (Ver Figura 2.7); además, se sigue el proceso constructivo de construir primero los muros y luego vaciar las columnas de confinamiento y al construir el techo se procede a confinar el muro con las vigas.(p. 11)

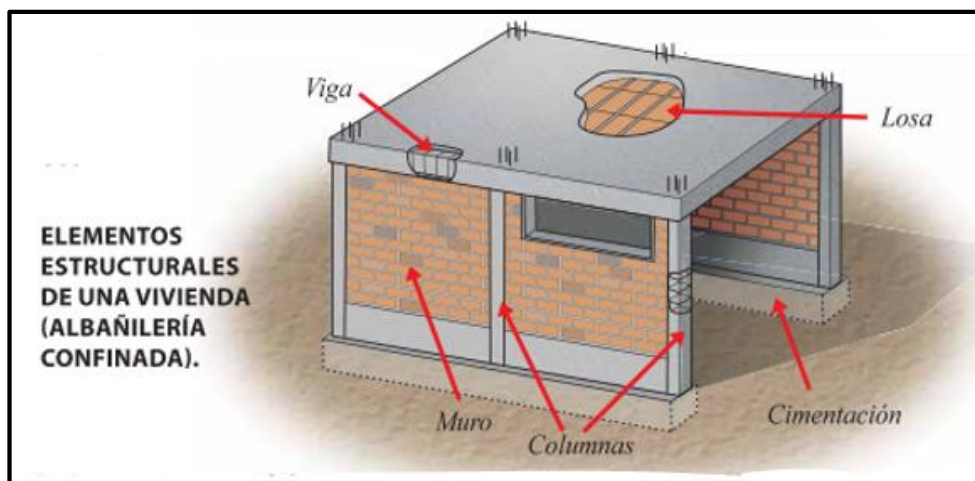


Figura 2.7. Elementos que conforman una construcción de albañilería confinada. Tomada de “Manual del constructor”, por Aceros Arequipa, 2010, p.9.

Ambos autores concluyen en que la albañilería confinada esta reforzada por elementos estructurales tales como: columna, vigas, cimiento y que se sigue un proceso constructivo donde primero se elaboran los muros y posteriormente los elementos de confinamiento. Además, en la Norma E-070 recomienda usar los sistemas no reforzados en suelos con buena calidad, ya que es frágil frente a asentamientos diferenciales.

2.2.5.2.2. Albañilería Armada

Según nos informa SENCICO (2010), la albañilería armada es caracterizada por poseer refuerzos en el interior, estos refuerzos constan de varillas de acero que tienen una distribución tanto horizontal como vertical que están acopladas con el concreto líquido, el muro construido con este tipo de albañilería es conocida como muro armado.

Por otro lado, San Bartolomé (1994) afirma que este tipo de albañilería es generalmente reforzado con varillas tanto a lo largo del muro como en su altura, agrega además que en este tipo de albañilería se requiere la producción de unidades específicas de ladrillos con agujeros donde irán los refuerzos.

En esta técnica de construcción es común ver refuerzos de acero en toda la longitud y altitud del muro elaborado siendo empotrados en los cimientos y columnas respectivamente.

2.2.5.2.3. Albañilería no reforzada

De acuerdo a SENCICO (2010), la albañilería no reforzada es una albañilería simple que no consta de refuerzos de acero en su construcción, y en el caso de contarlos, no cumplen con las especificaciones presentes en la norma.

Por su parte, San Bartolomé (1994) menciona que este tipo de albañilería carecen de la ayuda del acero para reforzar su estructura y que en la Norma E-070 limita su uso a construcciones de 1 piso; sin embargo, en la capital del país existen edificaciones de hasta 5 pisos con este tipo de albañilería que no sufrieron daños ya que están sobre suelo de buena calidad.

En general, ambos autores concluyen en que este tipo de albañilería es caracterizada por no contar por ningún tipo de refuerzo estructural y si en el caso los tuviese, estos no serían los especificados por la presente normal y que es requerido su uso en edificaciones de 1 piso, y de requerirlo para más pisos, es necesario cerciorarse de construirlos sobre un suelo de buena calidad y densidad.

2.2.6. TABIQUERÍA

INDECI (2021) menciona que es el muro el cual no tiene comportamiento estructural en una edificación ya que no recibe carga vertical de los elementos estructurales superiores como vigas soleras y que son utilizados como elementos divisorios de ambientes dentro de una edificación y también como cerco en todo el perímetro del terreno.

El autor nos informa que la tabiquería no cumple con una función netamente estructural ya que su función principal es la de dividir espacios dentro de una misma construcción o la de cercar el perímetro de una propiedad. En una construcción civil, la tabiquería cumple el rol de dividir ambientes entre sí, y no la de soportar y transferir cargas como los demás elementos estructurales.

San Bartolomé (1994) agrega también que el tabique está construido a partir de la albañilería y que presenta sus distintas propiedades, está elaborada además con mortero de baja calidad y ladrillos con orificios horizontales comúnmente llamados pandereta, los mismos que estarán alejados de la carga estructural del sistema.

El autor mencionado, afirma que, dentro de la elaboración de la tabiquería, es recomendable utilizar el elaborado de albañilería por poseer propiedades que ayuden a la futura estadia en la edificación, además que se utiliza mortero de menor calidad y unidades de albañilería que aliviaran el peso en la estructura.

2.2.6.1. Unidad de albañilería

INDECI (2021), da a conocer que la unidad de albañilería tiene una dimensión y peso maniobrable y que gracias a sus dimensiones, es posible la manipulación con una sola mano, además de venir en distintas presentaciones tales como: huecas, solidas, alveolares o tubulares; todas estas elaborados de manera industrial o artesanal.

Aceros Arequipa (2010) menciona que los ladrillos son unidades con las cuales es posible el levantamiento de muros además de aligerar el peso en los techos, vienen en varias presentaciones, pero los más comerciales son los elaborados de arcilla cocida.

Concluyendo lo que ambos autores mencionan, podemos afirmar que las unidades de albañilería son utilizadas principalmente para el levantamiento de muros y que poseen una dimensión favorable para la manipulación con una sola mano, aunque lo mejor es manipularlo con ambas manos; además, en la presente norma técnica peruana menciona que estas unidades de albañilería ya poseen una medida debidamente reglamentada y que pueden ser artesanales o industriales.

2.2.6.1.1. Tipos de unidades de albañilería

Para la construcción de distintas estructuras, el elemento que es predominante para la división de espacios y aligeramiento de techos son los ladrillos, estos vienen en distintas presentaciones de acuerdo al uso que tendrán dentro de un sistema, es así que los ladrillos presentados poseen características específicas para su uso en casos determinados, ya sean para paredes (Ver Figura 2.8), techos (Ver Figura 2.9) o tejas y celosías (Ver Figura 2.10)



Figura 2.8. Tipos de unidades de albañilería para paredes. Tomada de “Manual de ladrillos Rex”, por Ladrillos Rex, 2020, p.5.



Figura 2.9. Tipos de unidades de albañilería para techos. Tomada de “Manual de ladrillos Rex”, por Ladrillos Rex, 2020, p.5.

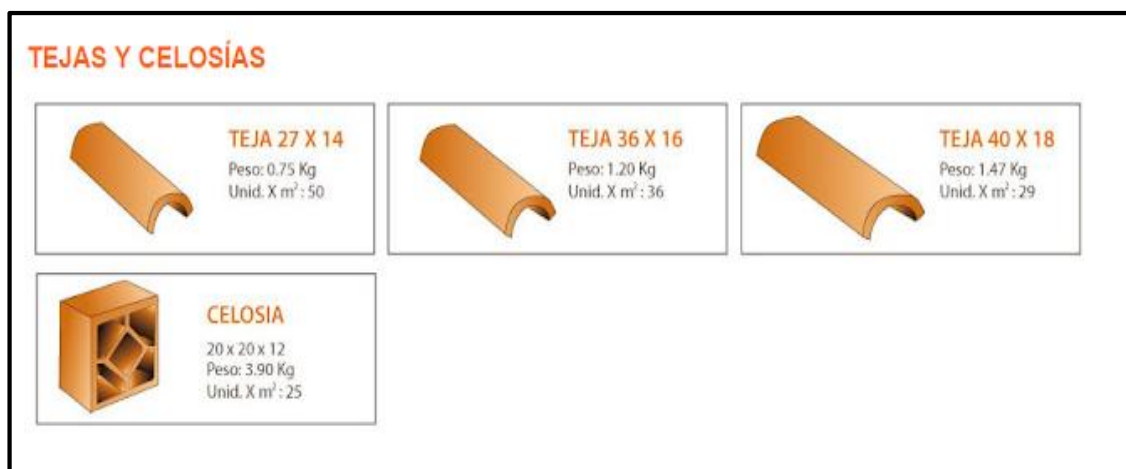


Figura 2.10. Tipos de unidades de albañilería para tejas y celosías. Tomada de “Manual de ladrillos Rex”, por Ladrillos Rex, 2020, p.5.

2.2.6.1.1.1. Unidades sólidas

Son unidades con un área bruta de 70% a más, la cual lo hace buen transmisor de cargas, aunque posee la función de relleno ya que las cargas recibidas no son apreciables.

La unidad de albañilería más conocida en este ítem es el King Kong de 30% de huecos por su buena resistencia y aligeramiento son usados en los muros, además provee de aligeramiento en la estructura y es usado a en la mayoría de departamentos del país debido a su costo económico, teniendo a proveedores comerciales como Pirámide y Lark por brindar garantía en la fabricación de dichas unidades de albañilería. (Ver Figura 2.11)

Estas unidades son comúnmente utilizadas en muros que cumplen funciones estructurales, resistiendo cargas de la parte superior y distribuyendo las cargas debido a la cantidad mínima de huecos que posee, en Perú, este tipo de ladrillo viene a ser una versión mejorada del ladrillo King Kong de 18 huecos que frecuentemente es comercializado.

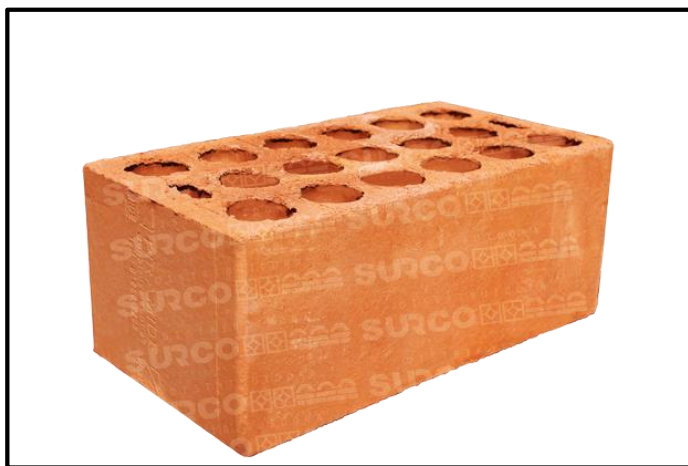


Figura 2.11. Ladrillo King Kong con 30% de hueco. Tomada de “Manual de ladrillos Pirámide”, por Ladrillos Pirámide, 2020, p.5.

2.2.6.1.1.2. Unidades huecas

San Bartolomé (1994), afirma que este tipo de ladrillos son caracterizados por poseer un área neta menos al 75% a comparación del área bruta de la misma, un ejemplo de éstos son los bloques de concreto vibrado.

El autor menciona que este tipo de ladrillo hueco posee huecos en toda la longitud del ladrillo con el fin de disminuir aún más el peso de este, reduciendo con ello el costo y proceso constructivo. (Ver Figura 2.12)



Figura 2.12. Ladrillo hueco de concreto vibrado. Tomada de “Manual de ladrillos Pirámide”, por Ladrillos Pirámide, 2020, p.6.

2.2.6.1.1.3. Unidades sílico – calcáreas

San Bartolomé (1994) menciona que estos ladrillos sílico – calcáreos son considerados como unidades eco amigables por no estar elaborados a base de suelos de cultivo; sin embargo, al tener caras externas con textura vitrificada, impide la buena adherencia de estos con el mortero impidiendo así poder aprovechar las características de este ladrillo .

Del mencionado autor, se puede deducir que este tipo de unidad es ecológica; es decir, no trae desventajas y perjuicios al medio ambiente por no ser elaborada con suelo de cultivo; pero que la desventaja principal de este tipo de unidades es su textura vitrificada que impide la buena adherencia, es por ello que no es muy usado a pesar de tener una buena resistencia a compresión soportando grandes cargas. (Ver Figura 2.13)

De lo expuesto anteriormente, se llega a un análisis del que podemos afirmar que para definir a este tipo de unidad como importante e indispensable en una construcción, no solo basta con tener una buena resistencia ante cargas a compresión, sino que además influyen otras características.

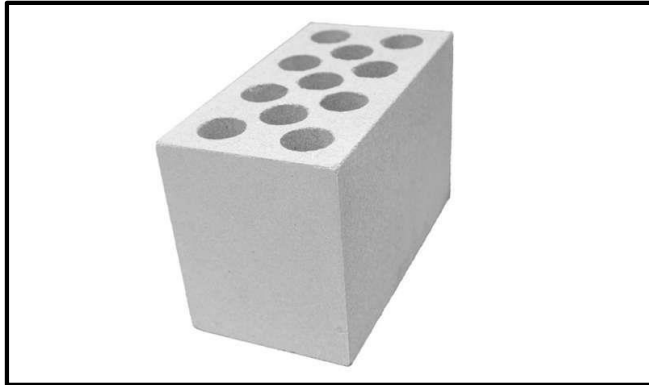


Figura 2.13. Ladrillo hueco sílico - calcáreo. Tomada de “Manual de ladrillos Pirámide”, por Ladrillos Pirámide, 2020, p.8.

2.2.6.1.1.4. Unidades tubulares

San Bartolomé (1994) es su libro afirma que la denominación de este tipo de unidades es a raíz de que disponen de los huecos en forma paralela a la dirección donde se está asentando los ladrillos, en este grupo podemos identificar a los ladrillos pandereta.

Acotando lo antes mencionado, el ladrillo pandereta es una unidad tubular al tener en su diseño perforaciones paralelas al asentado (Ver Figura 2.14)



Figura 2.14. Ladrillo tubular. Tomada de “Manual de ladrillos Pirámide”, por Ladrillos Pirámide, 2020, p.8.

2.2.7. TIPOS DE ASENTADO EN LADRILLO

2.2.7.1 Asentamiento de ladrillo de cabeza

Castañeda et al. (2016), afirman que este tipo de asentamiento se da por la cara de mayor dimensión del ladrillo, quedando así la cara de menos dimensión a vista libre; es decir, el muro tiene 1 pie aproximado de espesor y es usado comúnmente como parte estructural del sistema ya que tienen capacidad de soportar cargas.

Con lo mencionado anteriormente, da a conocer que este tipo de asentamiento da un aporte estructural a las edificaciones ya que tienen capacidad de resistir cargas mayores por tener la cara de mayor dimensión como principal asentamiento. (Ver Figura 2.15)

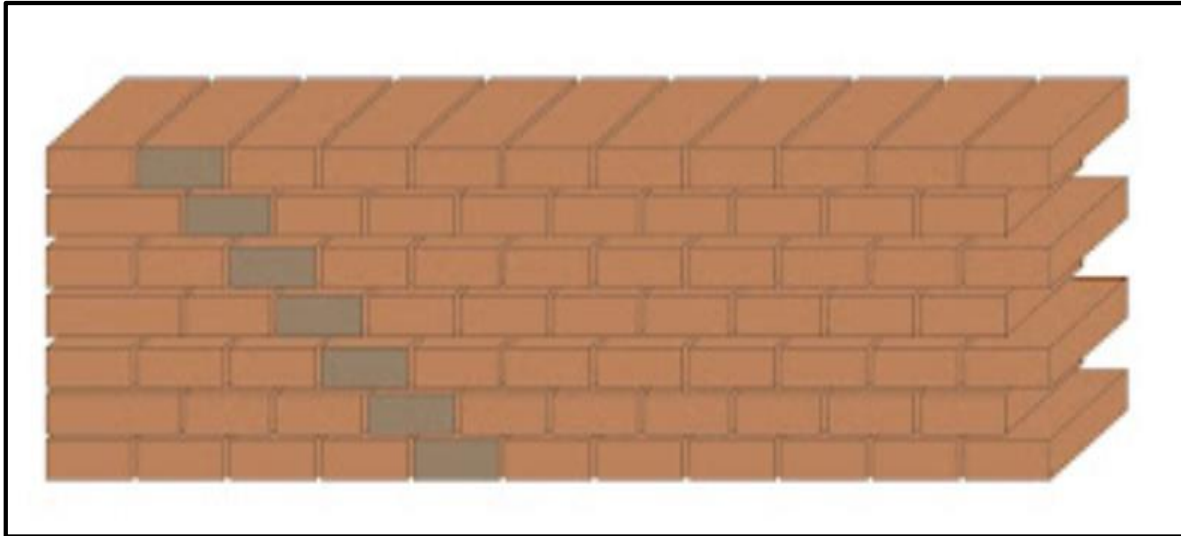


Figura 2.15. Muro de albañilería asentado con ladrillos de cabeza. Tomada de “Teoría básica sobre Albañilería”, por Donaire, 2011.

2.2.7.2 Asentamiento de ladrillo en sogá

Los conceptos acerca de este tipo de asentamiento no varían de autor en autor, Castañeda et al (2016), por su lado mencionan que este tipo de asentamiento es caracterizado por colocar la dimensión larga del ladrillo en manera paralela a la dirección del muro en forma de hiladas y que el espesor es aproximadamente la mitad a comparación de los muros construidos con ladrillos en cabeza.

Donaire (2011) agrega que un asentamiento en sogá se da cuando la cara más larga de la unidad de albañilería conforma la cara del muro.

De ambos autores podemos deducir que el asentamiento en sogá no cumple una función estructural como los asentados en cabeza ya que tienen aproximadamente la mitad de espesor de estos, además que es recomendable para fachadas con los ladrillos comúnmente llamados cara vista. (Ver Figura 2.16)

- Cabe indicar que, para los ensayos a realizar, los muretes y las pilas de albañilería estarán asentadas con este tipo de técnica en sogá.

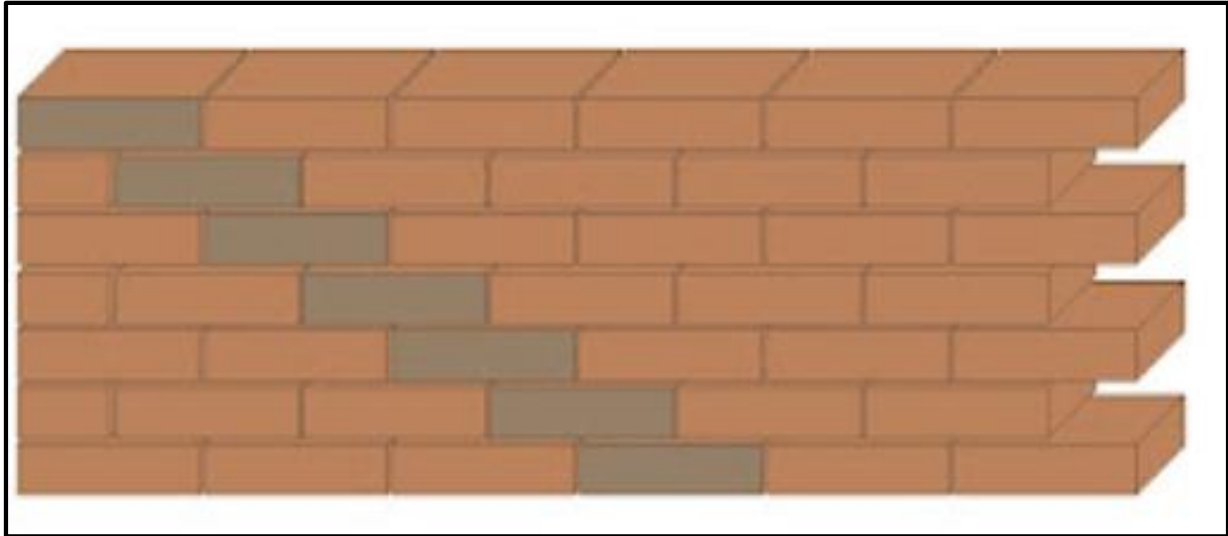


Figura 2.16. Muro de albañilería asentado con ladrillos en soga. Tomada de “Teoría básica sobre Albañilería”, por Donaire, 2011.

2.2.7.2 Asentamiento de ladrillo en canto

Castañeda et al (2016) afirma que este tipo de asentamiento es caracterizado por la colocación de los ladrillo por la cara del canto y en la dirección más larga al fin de formar una hilera, todo esto unido a través del mortero de cemento – agregado – agua; la función principal dentro de una construcción es la de dividir espacios sin soporte de cargas.

Donaire (2011), por su parte, agrega que la colocación por el canto del ladrillo puede ser sardinel a soga o a tizón; todo ello, depende de que cara que presente a la vista del muro.

Ambos autores citados concuerdan en que la colocación de los ladrillos en canto es caracterizada por la colocación del ladrillo por la menor superficie unido con el mortero y que puede ser sardinel a soga o a tizón. (Ver Figura 2.17)

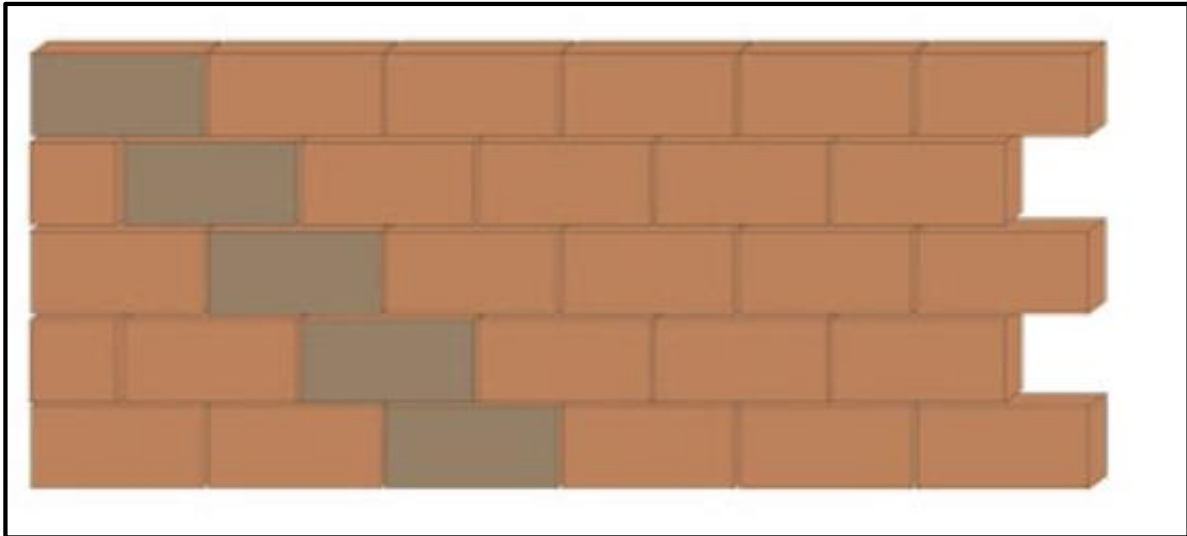


Figura 2.17. Muro de albañilería asentado con ladrillos en canto. Tomada de “Teoría básica sobre Albañilería”, por Donaire, 2011.

2.2.8. ENSAYOS APLICADOS

2.2.8.1. Resistencia a compresión en pilas de albañilería – Compresión axial.

De acuerdo a lo establecido en la norma ASTM C 1312-03b, estas pilas con forma de prismas rectangulares deben estar compuestas por 2 unidades mínimas de ladrillo para mantener la relación (altura/espesor) que vienen de 1.3 a 5.

Por otro lado, la Norma Técnica Peruana 399.605 (2013) aconseja que estos prismas posean 3 unidades de ladrillo en hiladas como mínimo; además, propone la siguiente Tabla 2.4 donde muestra la resistencia requerida en el supuesto caso donde no se realicen ensayos en pilas de albañilería.

Tabla 2.4

Resistencia compresión requerida Mpa (kg/cm²) en unidades y pilas de arcilla.

MATERIA PRIMA	DENOMINACIÓN	UNIDAD F'b	PILAS F'm
Arcilla	King Kong artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)

Nota: Resistencia requerida por tipo de ladrillo. Tomado de Norma Técnica Peruana 399.605, 2013, p. 20).

Según Ruiz (2017) en su tesis, afirma que este ensayo de compresión axial consiste en la atribución de un peso perpendicular a la superficie de la cara superior del prisma, quedando de la misma manera la posición del mortero de las juntas. (Ver Figura 2.18)

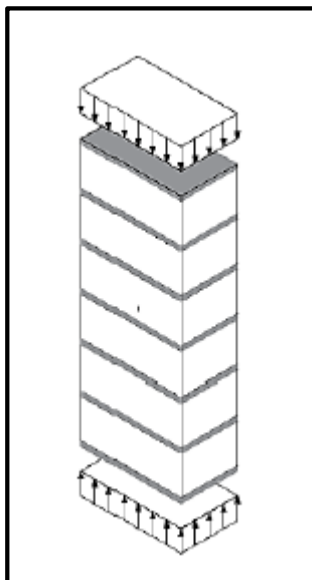


Figura 2.18. Pila de albañilería en compresión. Tomada de “Macromodelación de pilas y muretes de albañilería”, por Ruiz, 2017, p.26.

Para todas las pilas de albañilería ensayadas existe un patron de falla deseado, esto se da cuando estas pilas tienen junta de mortero perpendicular a la aplicación de la carga; la falla ideal debe presentarse con grietas verticales debido a la tracción generada en dirección horizontal por la aplicación de la carga vertical. Por otro lado, las fallas indeseadas son las que ocurren en las esquinas tanto inferiores como superiores de la pila, esto denotaría una mala condición del ensayo y/o mala elaboración de las pilas de albañilería.

2.2.8.2. Resistencia a compresión en muretes de albañilería – Compresión diagonal

Este ensayo ayuda a determinar la resistencia a corte de los muretes ensayados donde las cargas verticales aplicadas generan una tensión que conduce las fallas verticalmente entre las esquinas sometidas a carga, para este ensayo se requiere una maquina con un par de cabezales metálicos y rígidos para la aplicación de la carga uniforme. (Ver Figura 2.19)

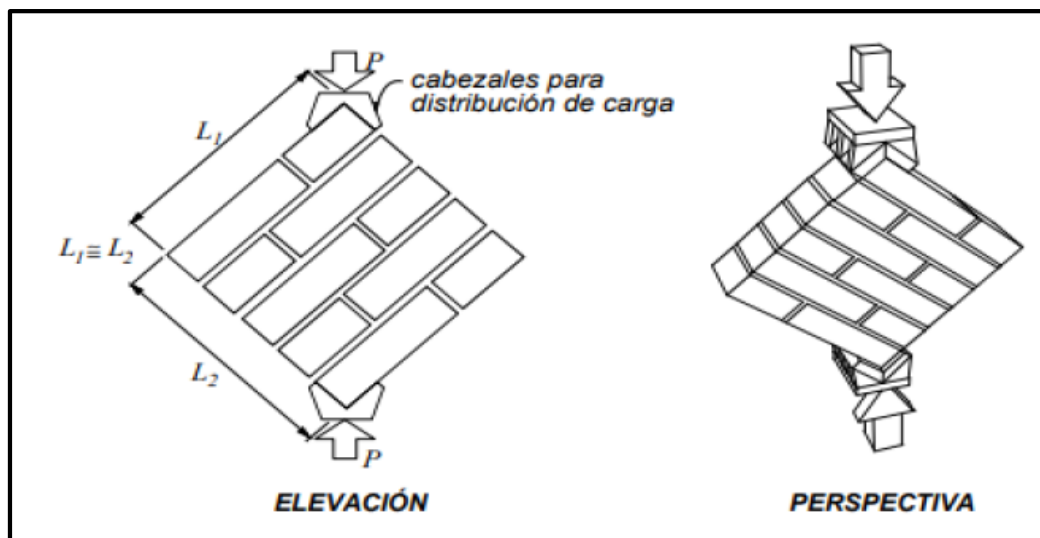


Figura 2.19. Murete de albañilería en compresión diagonal. Tomada de “Influencia de la adherencia de tabiquería con masa Dun Dun en su comportamiento estructural”, por Estrella, 2018, p.46.

Ruiz (2017) afirma que este ensayo ayuda a determinar la resistencia a corte así como su módulo de corte y que se da a partir de la aplicación de cargas en compresión máxima en el murete dispuesto en forma diagonal.

De acuerdo a lo mencionado en N.T.P. 399.621 (2004), menciona que estos muretes deben de tener una dimensión mínima de 60cm x 60cm y tener 2 unidades completas de ladrillo por hilada, además ofrece la siguiente Tabla 2.5 con valores de resistencia que debe de poseer cada unidad de murete.

Tabla 2.5.

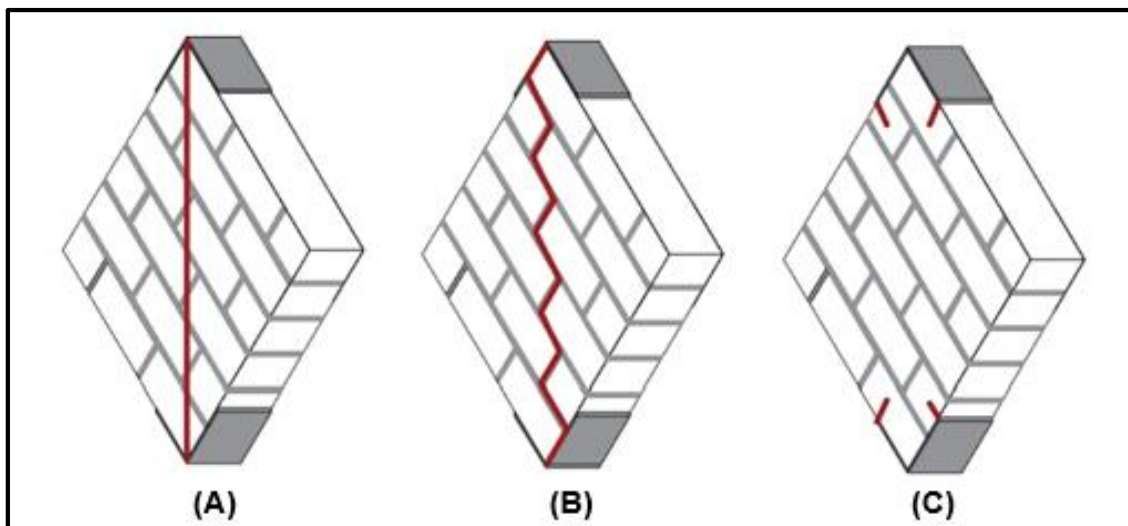
Resistencia compresión requerida Mpa (kg/cm²) en unidades y muretes de albañilería.

MATERIA PRIMA	DENOMINACIÓN	UNIDAD F'b	MURETES F'm
Arcilla	King Kong artesanal	5.4 (55)	0.5 (5.1)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	0.9 (9.2)

Nota: Resistencia requerida por tipo de ladrillo. Tomado de Norma Técnica Peruana 399.605, 2013, p. 20.

Existen 3 tipos de falla convencionales en los ensayos, la primera que es la deseada es la que tiene una aproximación a la diagonal (A), dando a conocer que existe una perfecta combinación de adherencia entre mortero y ladrillo, otra falla se da en

dirección de las juntas de manera escalonada (B); por otro lado, la falla menos deseada es la que se presenta en las esquinas del murete donde están sometidas a compresión (C) o cual denota que no se logró el desarrollo de la máxima resistencia



al corte. (Ver Figura 2.20)

Figura 2.19. Tipos de falla en el ensayo de compresión diagonal. Tomada de “Macromodelación de pilas y muretes de albañilería”, por Ruiz, 2017, p.28

2.3. DIMENSIÓN

Soto (2021) nos menciona que las dimensiones en la investigación científica tienen una función de sub variables; es decir, todas las dimensiones de una variable en conjunto detallan el comportamiento de ésta y es por eso que es recomendable que provengan de teorías.

En el libro de Sánchez (2001) nos menciona 3 características importantes del mortero en estado fresco, estas son las siguientes:

DIMENSION 1: Manejabilidad.

Esta característica depende principalmente del contenido de agua del mortero, uso de aditivos y la textura de los agregados.

DIMENSION 2: Retención del agua.

Es recomendable que la retención sea elevada para asegurar la resistencia y evitar agrietamientos, logrado con el uso de cal o aditivos.

DIMENSION 3: Velocidad de endurecimiento.

Es usualmente alto en morteros y para evitar se recomienda el uso de cementos adicionados y tener un buen curado similar al del hormigón.

2.4. MARCO REFERENCIAL

- **Contracción:** Produce cambios de volumen en el concreto debido a la pérdida del agua por evaporación, causada por variaciones de humedad. (Salamanca, 2001, p. 19)
- **Elasticidad:** Capacidad de comportarse elásticamente dentro de ciertos límites. Es decir, una vez deformado puede regresar a su forma original. (Sepulcre, 2005, p. 9)
- **Mortero:** Mezcla de conglomerantes inorgánicos, áridos y agua con posibles aditivos usados para pegar elementos de construcción como ladrillos, bloques, piedras, entre otros. (Estrella, 2018, p. 36)
- **Resistencia:** Capacidad del concreto para soportar cargas que se le apliquen. (Salamanca, 2001, p. 12)
- **Trabajabilidad:** Se entiende como el esfuerzo requerido para transportar, colocar, compactar y darle acabado al concreto en estado fresco. (CEMEX, 2020, p.42)
- **Adherencia:** Es la fuerza en la que el mortero en estado seco une las piezas de albañilería. (CEMEX, 2020, p.42)
- **Plasticidad:** Es la capacidad del mortero de mantenerse moldeable para poder reacomodar las piezas si es requerido. (CEMEX, 2020, p.42)
- **Durabilidad:** Es la capacidad que posee el mortero para resistir fuerzas y acciones externas a la estructura. (CEMEX, 2020, p.42)

- **Apariencia:** Característica del mortero de mantenerse originalmente durante el tiempo. (CEMEX, 2020, p.42)
- **Albañilería:** Es el arte en la edificación de obras civiles con el uso de ladrillos, cemento, yeso, entre otros.
- **Esfuerzo:** Son aquellas fuerzas internas generadas en un cuerpo que se somete a cargas externas.
- **Pilas de albañilería:** Unidades formadas por hiladas de 1 ladrillo cada una, con una altura de 600 mm según N.T.P. para ser llevados a laboratorio y ser ensayado.
- **Muretes de albañilería:** Unidades formadas por hiladas que constan de 2 ladrillos enteros y 2 mitades por hilada según N.T.P. para ser llevados a ensayo.
- **Ladrillo:** Unidad de albañilería utilizado para la elaboración de tabiques con la ayuda del mortero que sirve para la unión de estas piezas.
- **Tabiquería:** Es un muro que no tiene responsabilidad estructural en una edificación ya que no distribuye cargas y solo es utilizada como elemento divisorio. (Estrella, 2018, p. 29)
- **Asentado:** Es la acción de colocar los ladrillos ya sea en soga, cabeza o de lado por hiladas en forma vertical con el fin de formar un muro que cumplirá o no una función estructural dentro de una edificación.
- **Zonificación:** Es la división de un territorio en base a características específicas de cada una de las partes, en el Perú la zonificación conocida es la sísmica que lo divide en 4 partes.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO CIENTIFICO

Según Niño (2011) “El método científico consiste en confirmar la veracidad de un tema específico, ya que tener un pensamiento científico consiste en verificar la confiabilidad de temas, y todo esto será logrado con el apoyo de un método que resulta ser el científico. También explica que este método no es más que un prototipo ideal de cualquier tipo de método particular” (p. 26)

La presente investigación se iniciará con la observación directa de la variación del comportamiento del muro portante que será construido usando el mortero bastardo como el material que unirá las piezas de ladrillo, luego se procederá con la toma directa de datos e información necesaria para su cálculo.

- Por las consideraciones anteriores en esta investigación se aplicó el método científico.

3.2. TIPO: APLICADA

Para Murillo (2008) La investigación aplicada es llevar a la práctica los conocimientos ya estudiados, además de incluir nuevos temas que enriquecerán la investigación. También nombra a este tipo de investigación como “práctica o empírica” puesto que en este caso hay una necesidad de aplicar a la práctica los conocimientos para que a su vez genere nuevas ideas. Con todo lo mencionado antes, Murillo expresa que el conocimiento y el resultado será una forma sistematizada de conocer la realidad. (p.6)

Para el problema de resistencia en los muros de tabiquería que se vienen presentando en el distrito de Chilca se presentara la solución de diversas teorías relacionadas a mecánica de materiales.

- En base a las definiciones estudiadas la investigación corresponde al tipo aplicada.

3.3. NIVEL: EXPLICATIVO

Según Arias (2006) “El nivel explicativo es una combinación de causas y efectos con el fin de conocer el ¿por qué? de los hechos; todo esto, mediante la prueba de hipótesis concluyendo con las conclusiones que en su mayoría representan el nivel más ahondado en comprensión”. (p.26)

Para la presente investigación se aplicó este tipo de nivel puesto que así se pudo explicar las causas y efectos que tendrá la aplicación de la metodología escogida.

- En base a todo lo exployado, la investigación corresponde al nivel explicativo.

3.4. DISEÑO CUASI EXPERIMENTAL

Según Palella y Martins (2012) “Este tipo de diseño cuasi experimental es un método de control parcial donde se distinguen los factores de validación tanto internos como externos y que en su realización se caracteriza por no escoger las muestras al azar; además que al finalizar, los resultados son interpretados por el propio investigador”. (p.89)

- Para la presente investigación aplicará el diseño cuasi experimental ya que se manipulará las variables independientes para determinar los efectos que se verán, pero no se tendrá control total de las situaciones.

La presente investigación estuvo bajo un cronograma donde se detalla los procedimientos realizados durante su elaboración. (Ver ANEXO 2), además que se realizó un gasto de S/. 2,468.50 soles. (Ver ANEXO 1).

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1 POBLACIÓN

Según Tamayo (2003) “La población es el general de un tema de estudio, es decir todos los especímenes que comprenden dicho tema y que para estudiarlo se necesitará un conjunto N de individuos para recolectar datos”. (p.65)

- En la investigación la población estuvo compuesta por pilas y muretes elaborados a base de mortero bastardo.

3.5.2. MUESTRA

Según Hernandez et al. (2010) “La muestra es un subgrupo de la población escogida en donde se aplicará la investigación, teniendo en cuenta la delimitación preliminar y su definición.” (p.173)

- La muestra que se tuvo en cuenta fue la de 9 muretes y 9 pilas de tabiquería elaboradas a partir del mortero bastardo; además, de un murete y una pila elaborada con un mortero patrón que no estuvo adicionado con cal.

3.5.3. MUESTREO

Según Gómez (2012, p.34), *el muestreo es la parte esencial en la elección de las muestras representativas para obtener los datos requeridos y que a su vez se divide en:*

- Muestreo aleatorio simple
 - Muestreo estratificado
 - Muestreo por cuotas
 - Muestreo intencionado
 - Muestreo no probabilístico por conveniencia
 - Muestreo mixto”
- En la presente investigación se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia ya que no habrá la ayuda de algún programa para seleccionar muestras al azar.

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Según Abril (2008) “Las técnicas de recolección de datos son aquellas que ayudan a medir, correlacionar y cuantificar información todo esto con el apoyo de la matemática y computación; aportan distintas herramientas para la recolección y conservación de los datos”. (p.09)

En la presente investigación se optó por la técnica de observación directa y el instrumento de investigación a utilizar será la ficha de recolección de datos.

3.7. PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

En general, se desarrolló un plan organizado de trabajo con la presente metodología para poder alcanzar los objetivos previstos.

Para el desarrollo de la presente tesis se apoyó en ensayos de laboratorio y la revisión de teoría relacionada al tema investigado. Por una parte, los ensayos de laboratorio se desarrollarán durante el proyecto con el apoyo de ingenieros a cargo del laboratorio junto con la asesoría de estos, por otro lado, la investigación teórica se realizará de acuerdo al tema investigado, haciendo una revisión de variada bibliografía para enriquecer el trabajo.

A continuación, detallaré el procedimiento que se siguió en mi investigación paso a paso desde la recolección de datos hasta el análisis de los resultados.

3.7.1. Paso 1:

Recopilar y ordenar los datos requeridos para el presente trabajo de investigación acerca de albañilería en el Perú y el extranjero, así como su evolución y aplicación en distintas áreas de la construcción.

3.7.2. Paso 2:

Elaborar las hipótesis y los objetivos a tener en cuenta para el correcto desarrollo de la presente investigación, que integrados con los antecedentes y bases teóricas considerables sirvan de sostén a la investigación y quede definido un procedimiento de trabajo dentro de la metodología, el cual será controlado dentro de la experimentación.

3.7.3. Paso 3:

Llevar a cabo la experimentación de 9 pilas de albañilería y 9 muretes hechos con mortero bastardo, 3 pilas y 3 muretes se harán con una proporción de cal de 0.25, otras 3 pilas y 3 muretes con proporción de 0.50, y por último 3 pilas y 3 muretes con proporción de cal de 1.25. Todos ellos se compararán con la muestra patrón de mortero que no estará adicionado con la cal, y al final determinar si cumple con lo establecido en el presente reglamento de edificaciones en el país.

Descripción de los muretes

Los muretes serán elaborados con tres morteros distintos (M, S y N) con una disposición de cal hidratada de (0.25, 0.5 y 1.25) respectivamente como se indica en la Tabla 2.2; además, el cemento a utilizar será el Cemento Andino Tipo I.

Las unidades de albañilería a utilizar serán los ladrillos de 18 huecos (ver Figura 3.1.) de medidas aproximadas siguientes:

- Alto: 9 cm (medida que aumentada en 1 cm de junta cumplen 10 cm)
- Ancho: 13 cm (medida que aumentada en 2 cm por tarrajeo cumplen 15 cm)
- Largo: 24 cm (medida que aumentada en 1 cm de junta cumplen 25 cm)

Cabe indicar que los ladrillos serán de la marca Pirámide cuya ficha técnica se encuentra en el Anexo 5, la cual indica que posee una resistencia a la compresión mínima de 130 kg/cm³.

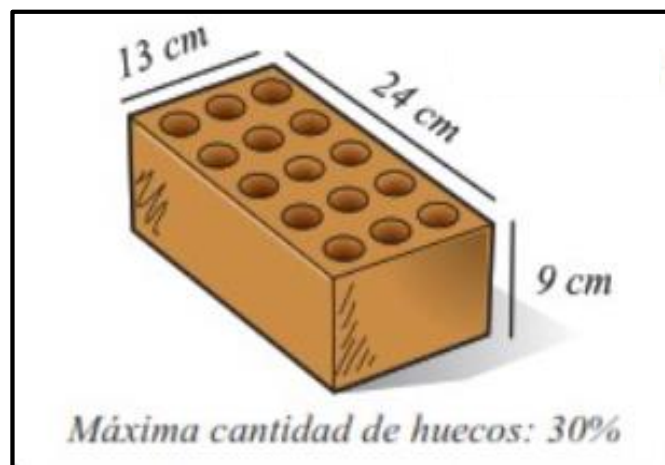


Figura 3.1. Ladrillo King Kong de 18 huecos. Tomada de “Manual de la construcción”, por Aceros Arequipa, 2015, p.23

Estos muretes una vez elaborados con las proporciones de materiales indicados líneas arriba y siguiendo las normas vigentes como la NTP 399.621 y E-070, serán puestos a un proceso de endurecimiento por un periodo no menor a 14 días que es lo que la norma indica, para luego ser llevado a ensayo con una máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO con certificado de calibración CMC-049-2021 en el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería (U.N.I.) con su sede en Av. Túpac Amaru N° 210, Lima 25, el proceso del ensayo se realizó con los protocolos vigentes del laboratorio para poder obtener un mejor resultado.

Descripción de las pilas

Las pilas de albañilería serán elaboradas con tres morteros distintos (M, S y N) con una disposición de cal hidratada de (0.25, 0.5 y 1.25) respectivamente como se indica en la Tabla 2.2; además, el cemento a utilizar será Cemento Andino Tipo I.

Las unidades de albañilería a utilizar serán los ladrillos de 18 huecos utilizadas también para la elaboración de los muretes de medidas aproximadas siguientes:

- Alto: 9 cm (medida que aumentada en 1 cm de junta cumplen 10 cm)
- Ancho: 13 cm (medida que aumentada en 2 cm por tarrajeo cumplen 15 cm)
- Largo: 24 cm (medida que aumentada en 1 cm de junta cumplen 25 cm)

Estas pilas de albañilería, una vez elaboradas con las proporciones de materiales indicados líneas arriba y siguiendo las normas vigentes como la NTP 399.621 y E-070, serán puesto a un proceso de endurecimiento por un periodo no menor a 14 días que es lo que la norma indica, para luego ser llevado a ensayo con una máquina de ensayo uniaxial TOKYOKOKI SEIZOSHO con certificado de calibración CMC-049-2021 en el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería (U.N.I.) con su sede en Av. Túpac Amaru N° 210, Lima 25, el proceso del ensayo se realizó con los protocolos vigentes del laboratorio para poder obtener un mejor resultado.

Además, en la parte superior de la pila se aplicará una capa refrenado que es un diablo fuerte, compuesto de yeso y cemento en proporción 2:1, se realizará este proceso con el fin de que la carga aplicada sobre la pila al momento del ensayo sea uniforme.

3.7.4. Paso 4:

Llevar a cabo los ensayos respectivos en el agregado y mortero utilizado, así como en las pilas y muretes elaborados, todo ello siguiendo cuidadosamente con la normativa vigente y teniendo un control de los datos y valores obtenidos en cada proceso, apoyado de ingenieros a cargo de los laboratorios.

Ensayos a realizar:

- El ensayo a realizar en el agregado fue el de granulometría según las normativas: ASTM D75, MTC E 204, ASTM C-136 y NTP 400.012 para determinar la característica de este, y será realizado en el laboratorio de

Agregados de la Universidad Continental, teniendo como aceptación de resultados la firma del ingeniero a cargo del laboratorio.

- Para el mortero bastardo se realizó los ensayos de compresión haciendo cubitos de 6cm x 6cm y ensayados el mismo día del ensayo de las pilas y muretes con las distintas proporciones de cal detalladas en los cuadros correspondientes.
- También se realizará el ensayo de fluidez en el mortero bastardo utilizado en la elaboración de las pilas y muretes siguiendo las normativas: MTC E617 - 2000; ASTM C-203; AASHTO M-152.
- Se realizó el control de calidad del cemento a utilizar (Andino Tipo I) con el ensayo de “Consistencia de la Pasta” siguiendo las normativas: MTC E605 - 2000; ASTM C187; AASHTO T129.

3.7.5. Paso 5:

Luego de concluir con los ensayos de manera exitosa, someter a análisis los resultados obtenidos, con ayuda de herramientas digitales, luego generar teorías y conceptos que permitan obtener conclusiones del experimento y determinar si las estructuras de albañilería permiten el uso del mortero propuesto y que proporción de cal hidráulica es la óptima para su elaboración.

Organizar los resultados obtenidos en un cuadro y un diagrama para luego analizarlos y llegar a sacar una conclusión si el mortero propuesto en el presente trabajo de investigación es viable para la construcción de tabiquería, así como también la proporción de cal ideal para alcanzar el mayor beneficio posible y afirmar si es posible reemplazar con la tabiquería tradicional o simplemente concluir que no aporta significativamente en las características de la misma.

CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN EXPERIMENTAL

En este capítulo se detallan los ensayos realizados en el laboratorio de concreto de la Universidad Continental, estos fueron los siguientes: ensayo de granulometría en el agregado fino utilizado para la elaboración de las pilas y muretes, ensayo de fluidez del mortero en la mezcla de agregado-agua-cemento-cal para verificar si la cantidad de agua agregada es la óptima para llegar al rango de fluidez adecuada según la norma (+-110%); por último, el ensayo de consistencia de la pasta de cemento para poder determinar la cantidad óptima de agua y consistencia de la pasta de cemento.

Luego de ello, se detallarán los procedimientos que se utilizaron para la elaboración de pilas y muretes de albañilería, así como las características de los ensayos realizados de compresión axial en las pilas de albañilería y compresión diagonal en los muretes respectivamente que se elaboraron en setiembre del presente año, se detallará también los resultados obtenidos en cada ensayo realizado.

4.1. PILAS DE ALBAÑILERÍA

4.1.1. Elaboración de las pilas

Se elaboraron 9 pilas de albañilería con distinta proporción de cal, utilizando el ladrillo King Kong de 18 huecos, cada elemento cuenta con una capa inferior y una superior de refrenado, cuya composición fue de yeso y cemento en proporción de (2:1) que ayudo en el procedimiento del ensayo; además de las 9 pilas de albañilería, se realizó un ensayo adicional con muestra patrón; es decir, una pila con mortero convencional, el cual sirvió de punto de comparación para las demás muestras con adición de cal en su elaboración. Las dimensiones que se tomaron en cuenta fueron: 41.0 cm de alto aproximadamente, 24cm de largo y 12.4cm de ancho. La unidad de ladrillo utilizada

se presenta a continuación (Ver Figura 4.1) cuya ficha técnica se encuentra en el Anexo N° 11.



Figura 4.1. Ladrillo King Kong de 18 huecos utilizado.

Para un mejor trabajo y adherencia de ladrillo y mortero, se humedecieron los ladrillos por un periodo de 14 horas, luego se utilizaron 3 relaciones distintas de *cemento/cal/arena* para los ensayos: 1/0.25/4, 1/0.75/4, 1/1.25/4; luego de ello se procedió a colocar la primera unidad de albañilería de manera horizontal rellenando los agujeros totalmente con el mortero preparado, luego sobre esta se rellenó 1.5 cm de mortero para luego colocar la siguiente unidad y repetir el mismo procedimiento del anterior, la horizontalidad de la pila se verificó cada 2 hiladas mediante un nivel de mano y la verticalidad mediante una plomada. En la Figura 4.2. se observa (A) el proceso de medición de elemento del mortero y (B) elementos del mortero antes de ser combinados.



Figura 4.2. Inicio de la elaboración del mortero.

En la siguiente Figura 4.3 se presenta una pila de albañilería realizada en el laboratorio de concreto con 4 unidades en total, teniendo en cuenta el espesor de 1.5 cm de hilada a hilada.

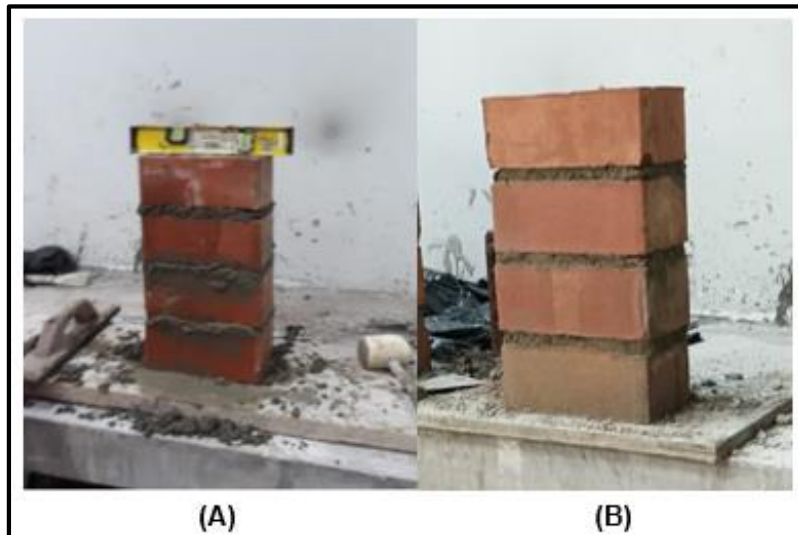


Figura 4.3. Elaboración de las pilas de albañilería con 4 unidades y niveladas con nivel de mano.

Como lo mencionado líneas arriba, en la base y parte superior de la última hilada de la pila, se realizó un refrenado para poder apoyar en el correcto proceso del ensayo, este refrenado consta de un diablo fuerte, que es una mezcla de yeso con cemento en proporción (2:1) y fue aplicado para ayudar a obtener el espesor necesario y nivelar ambos extremos del ladrillo para evitar errores en el ensayo. (Ver Figura 4.4), el refrenado es colocado para uniformizar la superficie donde la máquina de compresión aplicará la fuerza.

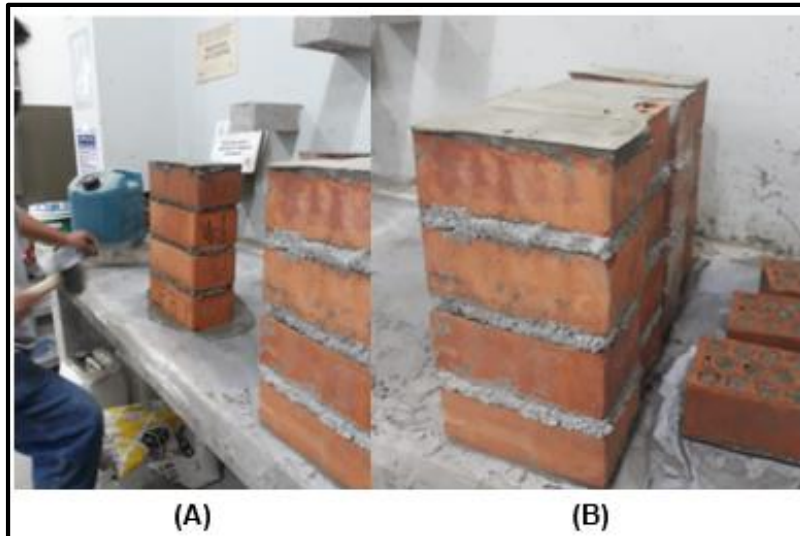


Figura 4.4. Refrenado en las pilas con mezcla de yeso y cemento para el ensayo.

4.1.2. Características del ensayo

Se llevó cada pila elaborada a compresión axial, para ello se hizo el uso de una máquina de ensayo uniaxial (TOKYOKOKI SEIZPSHO) de 200 toneladas de capacidad y con certificación de calibración CMC-049-2021. (Ver Imagen 4.5)

Esta máquina tiene característica de ejercer una fuerza constante sobre el área de un objeto de ensayo, ya sea el caso de testigos de concreto, cubos de concreto, unidades de albañilería y en este caso, pilas de concreto.

Todas las pilas de albañilería se ensayaron con un desplazamiento y una velocidad constante de 0.5 mm/min. Todos los ensayos en cada pila se detuvieron cuando se observó la carga de rotura

Para el desarrollo de un correcto ensayo es conveniente verificar las dimensiones mencionadas en la norma y la superficie refrenada para el soporte de las cargas que se aplicarán en la pila.

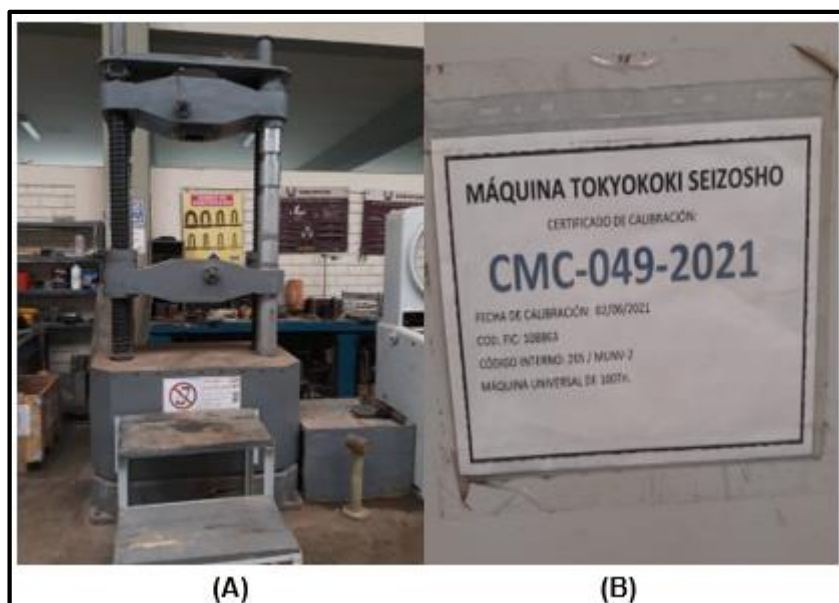


Figura 4.5. Máquina Universal Tokyokoki Seizosho con certificado de calibración utilizado en los ensayos.

Cabe resaltar que el ensayo se llevó a cabo luego de 14 días de haber sido elaboradas las pilas ya que según Ministerio de Vivienda (2006) en la Norma E070 de Albañilería indica que los prismas deben ser ensayados en una edad mínima de 14 días, pero multiplicado de un factor de incremento tal y como se muestra en la siguiente Tabla 4.1 donde especifica cada uno de los factores a utilizar.

Tabla 4.1

Factor de incremento por edad F_m .

Ítem	Unidad utilizada	14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1.15	1.05
	Bloques de concreto	1.25	1.05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1.10	1.00

Nota: Dimensiones reales de pilas ensayadas. Tomado de norma de albañilería E070 , 2006, p. 25.

En la presente investigación se utilizó el factor de 1.10 para el aumento en la resistencia característica hallada en las pilas de albañilería llevados a ensayo.

Para todas las pilas se utilizó un desplazamiento con velocidad constante de 0.5 mm/min. Cada ensayo se detuvo al alcanzar la carga última de rotura. En la Figura 4.6 se puede observar la colocación de la pila de albañilería en la máquina universal con los LVDT (sensor de desplazamiento) para ser ensayada.



Figura 4.6. Colocación de las pilas de albañilería para ser ensayadas.

Se puede observar que en la parte inferior y superior de la pila se colocó una pieza de madera lisa para que la fuerza aplicada por la máquina sea uniforme en toda la superficie de ésta.

En la siguiente Tabla 4.2 están organizadas las medidas reales de las pilas tomadas antes de realizar los ensayos, así como el valor de la superficie superior. Estas medidas se tomaron de las 10 muestras ensayadas en el laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería (U.N.I.)

Tabla 4.2

Dimensiones de pilas de albañilería ensayadas.

Descripción	Ítem	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Superficie (cm ²)
Muestra Patrón	MP_0.1	22.8	12.4	41.4	282.7
1º Tanda	PL_1.1	22.8	12.4	41.4	282.7
	PL_1.2	22.8	12.4	41.4	282.7
	PL_1.3	22.8	12.4	41.4	282.7
2º Tanda	PL_2.1	22.8	12.4	41.4	282.7
	PL_2.2	22.8	12.4	41.4	282.7
	PL_2.3	22.8	12.4	41.4	282.7
3º Tanda	PL_3.1	22.8	12.4	41.4	282.7
	PL_3.2	22.8	12.4	41.4	282.7
	PL_3.3	22.8	12.4	41.4	282.7

Fuente: Propia

En las figuras siguientes (4.7; 4.8; 4.9) se presentan las pilas ensayadas evidenciando las fallas que tuvieron al término de este cuando lograron alcanzar la carga máxima en compresión axial, este procedimiento se realizó en todas las muestras de pilas de albañilería elaboradas.



Figura 4.7. Pila PL_01 ensayado con la falla obtenida.



Figura 4.8. Pila PL_02 ensayada con la falla obtenida.



Figura 4.9. Pila PL_03 ensayada con la falla obtenida.

4.1.3. Resultados obtenidos del ensayo

4.1.3.1. Cálculo de la resistencia máxima en las pilas (Fm)

Después de realizar los ensayos, los datos obtenidos de carga y deformación de cada pila se pudo calcular los esfuerzos máximos (Fm) de compresión en cada pila, el cual es calculado con la división de la carga máxima y el área transversal. Los resultados finales están presentados en la Tabla 4.3.

En el Anexo 3 se presenta el informe del laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería con los resultados del ensayo realizado en las pilas de albañilería.

Superficie transversal = Largo x Ancho

$$Fm = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Superficie transversal}}$$

Tabla 4.3

Esfuerzos máximos para compresión axial.

Descripción	Ítem	Superficie (cm ²)	Carga (KN)	Fm (Mpa)
Muestra Patrón	MP_0.1	282.70	15.56	55.04
1° Tanda	PL_1.1	282.70	17.00	60.13
	PL_1.2	282.70	18.10	64.03

	PL_1.3	282.70	15.00	53.06
2° Tanda	PL_2.1	282.70	17.10	60.49
	PL_2.2	282.70	18.15	64.20
	PL_2.3	282.70	15.05	53.24
	PL_3.1	282.70	17.05	60.31
3° Tanda	PL_3.2	282.70	18.10	64.03
	PL_3.3	282.70	15.00	53.06

Fuente: Propia

4.1.3.2. Cálculo de la resistencia promedio (F'm)

De acuerdo a lo establecido en la presente norma de albañilería E070, para encontrar las resistencias de cada pila es necesario corregir los valores con los factores de corrección por esbeltez dados en la misma, mostrada en la Tabla 4.4. Es así que, luego de corregir las resistencias a compresión (F^*m) se logró calcular las resistencias a compresión promedio ($F'm$ promedio) con su desviación estándar (D.E.), esta desviación estándar al ser restada a la resistencia promedio, se obtiene como resultado la resistencia a compresión característica promedio de las pilas ensayadas ($F`m$); sin embargo, como las pilas fueron ensayadas a los 14 días luego de ser elaboradas, multiplicaremos por el factor 1.1 dado en la Tabla 4.1 de la Norma E070 de albañilería, dando como resultado la compresión característica promedio final ($F'm$ final). En las siguientes tablas se mostrarán los resultados obtenidos de los ensayos, en primer lugar, la Tabla 4.5 presentará el resultado obtenido de la pila realizada con mortero convencional, mientras que en las siguientes Tablas (4.6; 4.7; 4.8) presentarán los resultados de las Pilas ensayadas con morteros adicionados con cal en proporciones (0.25; 0.50; 1.25) respectivamente; además, estas tablas detallan el procedimiento descrito.

$$esbeltez = altura / ancho$$

D. E. = desviación estándar de la resistencia

$$F^*m = Fm \times Factor(*)$$

$$F^*m \text{ promedio} = \frac{\sum F^*m}{3}$$

$$F'm = F^*m \text{ promedio} - D.E.$$

$$F'm \text{ final} = F'm \text{ promedio} \times 1.1$$

Tabla 4.4

Factores de corrección por esbeltez.

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Nota: Factores de corrección de acuerdo a Norma. Tomado de Normativa Peruana de Albañilería E070, 2006, p. 25.

Tabla 4.5

Cálculo de la resistencia de compresión característica promedio final en la Muestra Patrón.

Descripción	Ítem	Fm (Kg/cm ²)	Esbeltez	Factor(*)	F*m	F*m final
Muestra Patrón	MP_0.1	55.04	3.340	0.93	51.19	5.63

Fuente: Propia

Tabla 4.6

Cálculo de la resistencia de compresión característica promedio final de muestras con adición de 0.25 de cal.

Descripción	Ítem	Fm (Kg/cm ²)	Esbeltez	Factor(*)	F*m	F*m promedio	D.E.	F'm	F`m final (Mpa)
1º tanda	PL_1.1	60.13	3.34	0.93	55.93				
2º tanda	PL_2.1	60.49	3.34	0.93	56.25	56.09	0.16	55.93	6.15
3º tanda	PL_3.1	60.31	3.34	0.93	56.09				

Fuente: Propia

Tabla 4.7

Cálculo de la resistencia de compresión característica promedio final de muestras con adición de 0.50 de cal.

Descripción	Ítem	Fm (Kg/cm ²)	Esbeltez	Factor(*)	F*m	F*m promedio	D.E.	F'm	F`m final (Mpa)
1º tanda	PL_1.2	64.03	3.34	0.93	59.54				
2º tanda	PL_2.2	64.20	3.34	0.93	59.71	59.60	0.09	59.50	6.54
3º tanda	PL_3.2	64.03	3.34	0.93	59.54				

Fuente: Propia

Tabla 4.8

Cálculo de la resistencia de compresión característica promedio final de muestras con adición de 0.50 de cal.

Descripción	Ítem	Fm (Kg/cm ²)	Esbeltez	Factor(*)	F*m	F*m promedio	D.E.	F'm	F`m final (Mpa)
1º tanda	PL_1.3	53.06	3.34	0.93	49.35				
2º tanda	PL_2.3	53.24	3.34	0.93	49.51	49.40	0.09	49.31	5.42
3º tanda	PL_3.3	53.06	3.34	0.93	49.35				

Fuente: Propia

En la siguiente Figura 4.10 se muestra un gráfico elaborado en excel donde relaciona la proporción de cal en el mortero y la resistencia final alcanzada (kg/cm²), luego de ello comparado con la resistencia alcanzada de la muestra patrón.

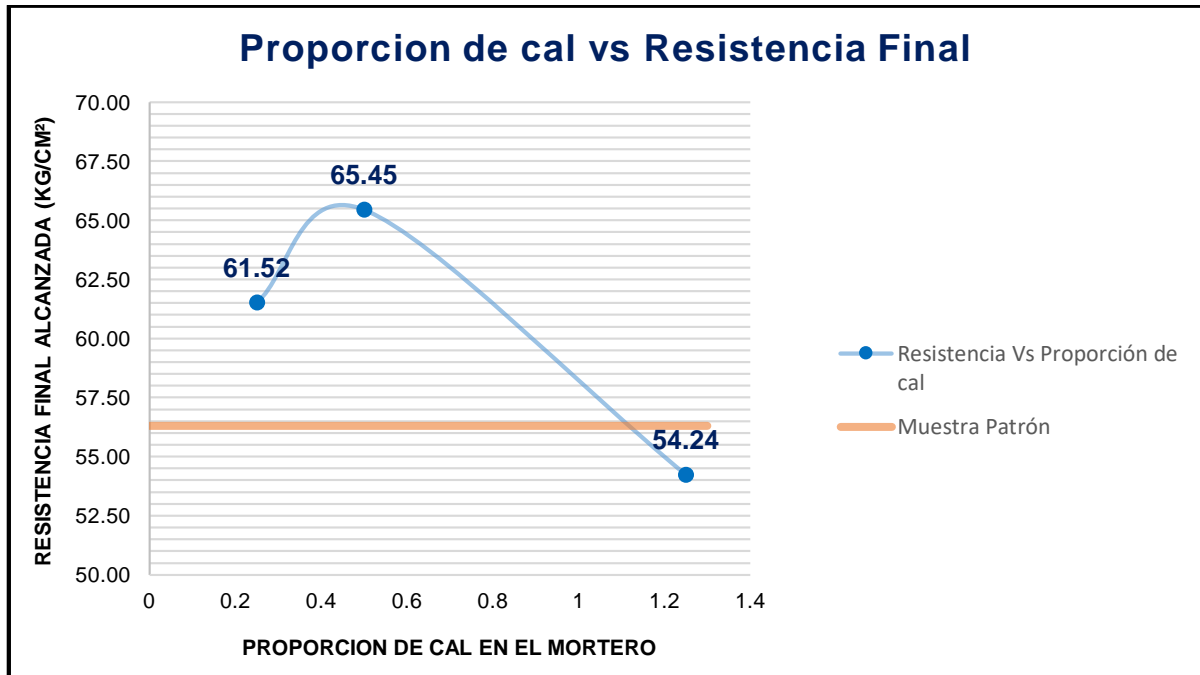


Figura 4.10. Resistencia a compresión uniaxial en pilas de acuerdo a la proporción de cal.

En la presente figura se muestra que las pilas de albañilería con adición de cal de 0.25 y 0.50 tienen un resultado a compresión más favorable (61.52 kg/cm²; 65.45 kg/cm²) que la muestra patrón (56.3 kg/cm²); sin embargo, la pila que contiene 1.25 de cal en el mortero posee un resultado a compresión inferior (54.24 kg/cm²) a la muestra patrón.

4.2. MURETES DE ALBAÑILERÍA

4.2.1. Elaboración de muretes

Para su elaboración, se utilizaron unidades del mismo tipo que en la elaboración de las pilas, las cuales fueron ladrillo King Kong de 18 de marca Pirámide cuya ficha técnica se encuentra en el Anexo 11. El mortero utilizado para la unión de todas las piezas fue el mortero bastardo con dosificación de cemento-arena-cal, el mismo que fue utilizado para las pilas de albañilería, con espesor entre ladrillos de 1.5 cm, con el cual se rellenaron los espacios al colocarlos en hiladas.

Así como en las pilas de albañilería, se elaboraron 9 muestras de muretes con distintas proporciones de cal en su composición: 3 muretes con 0.25 de cal, 3 con 0.50 de cal y 3 con 1.25 de cal; por último, también se ensayó 1 murete elaborado con mortero convencional sin la adición de cal. Para motivos de ensayo se realizó el refrenado en

las esquinas de los muretes donde ira apoyado el cabezal de la máquina al momento de realizar el ensayo.

Las dimensiones utilizadas en los muretes estuvieron de acuerdo a lo establecido en la norma (60cm x 60cm x 13 cm), cada hilada del murete conto con aproximadamente 2.5 ladrillos.

En la figura 4.11 se muestra algunos de los materiales utilizados en la elaboración de los muretes (A) Plancha de batir (B) Mazo de goma (C) Nivel de mano.



Figura 4.11. (A) Plancha de batir; (B) Mazo de goma; (C) Nivel de mano.

En la Figura 4.12 se muestra (A) elaboración del murete con el nivel de mano para verificar la verticalidad y horizontalidad de este y (B) murete con esquinas refrenadas para el ensayo.



Figura 4.12. (A) Elaboración del murete con nivel de mano; (B) Refrenado realizado en las esquinas del murete.

4.2.2. Características del ensayo

Los ensayos se realizaron en 10 muretes de albañilería con unidades de arcilla, en la Figura 4.13 se presenta las dimensiones nominales requeridas. Para el ensayo en

cada murete fue necesaria la utilización de la máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO con certificado de calibración CMC-049-2021.

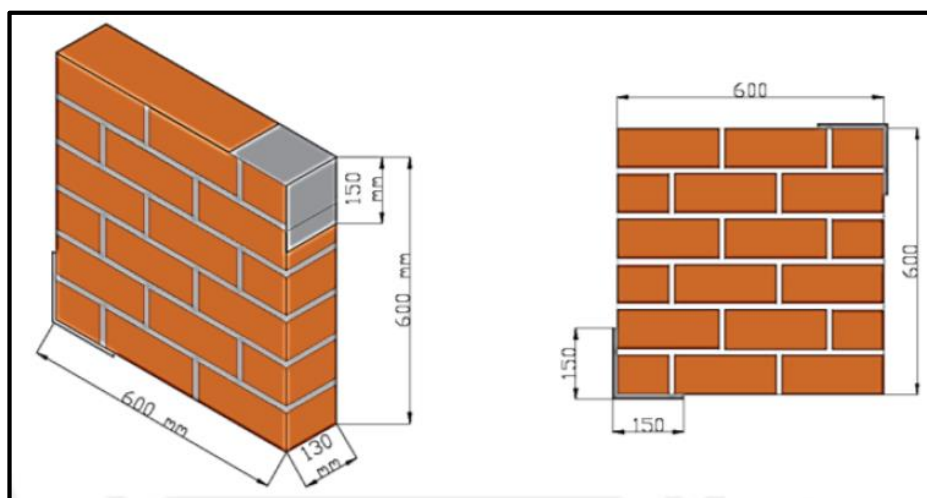


Figura 4.13. Medidas referenciales para los muretes. Tomado de “Macromodelación numérica de ensayos de pilas y muretes de albañilería de arcilla”, por Ruiz, 2017, p.54.

En la Tabla 4.9 se especifica los valores reales de las dimensiones de los muretes elaborados tomados antes de ser ensayados.

Tabla 4.9

Dimensiones de pilas de albañilería ensayadas.

Descripción	Ítem	Largo (l)	Ancho (h)	Espesor (t)	Superficie (cm ²)
Muestra Patrón	MP_0.1	61.4	61.5	12.2	749.7
1° Tanda	M_1.1	61.4	61.6	12.2	750.3
	M_1.2	61.8	61.5	12.2	752.1
	M_1.3	61.3	61.5	12.1	742.9
2° Tanda	M_2.1	61.4	61.5	12.2	749.7
	M_2.2	61.4	61.5	12.2	749.7
	M_2.3	61.3	61.5	12.2	749.1
3° Tanda	M_3.1	61.4	61.5	12.2	749.7
	M_3.2	61.3	61.5	12.2	749.1
	M_3.3	61.3	61.5	12.2	749.1

Fuente: Propia

Cabe resaltar que el ensayo se llevó a cabo luego de 21 días de haber sido elaborados los muretes ya que según Ministerio de Vivienda (2006) en la Norma E070 de Albañilería indica que los prismas deben ser ensayados en una edad mínima de 14 días, pero multiplicado de un factor de incremento tal y como se muestra en la siguiente Tabla 4.10 donde especifica cada uno de los factores a utilizar.

Tabla 4.10

Factor de incremento por edad F_m .

Ítem	Unidad utilizada	14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1.15	1.05
	Bloques de concreto	1.25	1.05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1.10	1.00

Nota: Incremento por edad de muestras. Tomado de Normativa Peruana de Albañilería E070, 2006, p.25.

En la presente investigación se utilizó el factor de 1.05 para el aumento en la resistencia característica hallada en los muretes de albañilería llevados a ensayo.

Todos los muretes tuvieron fallas en dirección diagonal vertical, la cual es la falla esperada en este tipo de ensayos ya que evidencia una buena adherencia entre ladrillo mortero.

En las figuras siguientes (4.14; 4.15; 4.16) se presentan los muretes ensayados evidenciando las fallas que tuvieron al término de este cuando lograron alcanzar la carga máxima en compresión diagonal.



Figura 4.14. Murete M_1.1 ensayado con la falla obtenida.



Figura 4.15. Murete M_1.2 ensayado con la falla obtenida.



Figura 4.16. Murete M_1.3 ensayado con la falla obtenida.

4.2.3. Resultados obtenidos del ensayo

Para el cálculo del esfuerzo y módulo de corte son necesarias algunas variables, las mismas que fueron extraídas de los ensayos realizados, en la Figura 4.17 se presentan las variables utilizadas.

En los Anexos del 3 al 10 se presentan los informes del laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería con los resultados de los ensayos realizados en los muretes de albañilería.

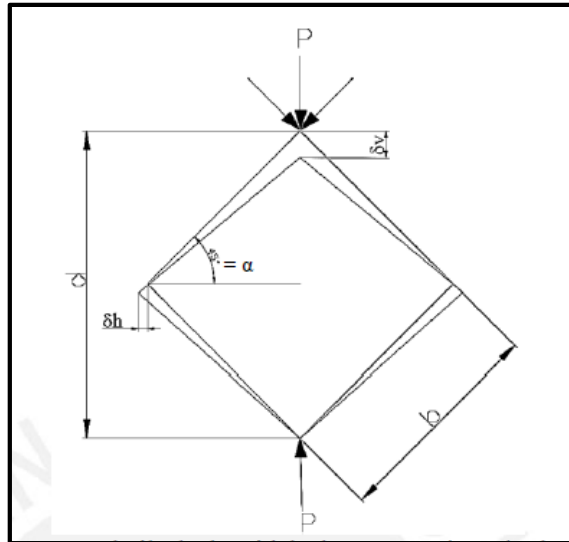


Figura 4.17. Variables utilizadas para los cálculos. Tomado de “Macromodelación numérica de ensayos de pilas y muretes de albañilería de arcilla”, por Ruiz, 2017, p.56.

4.2.3.1. Cálculo de la resistencia de corte (V_m)

En cada ensayo se obtuvieron valores de la carga aplicada, la deformación que se presentó y la carga última con la que presentó rotura. Con estos valores se realizaron cálculos con la fórmula indicada a continuación, así logrando hallar el esfuerzo de corte (V_m) para cada murete.

$$V_m = \frac{P}{\sqrt{2}bt}$$

P= Carga última aplicada

b= Ancho del murete

t= Espesor del murete

4.2.3.2. Cálculo de la resistencia característica de corte (V'_m)

Para este cálculo se halló el promedio de las resistencias máximas encontradas en los muretes con la desviación estándar respectiva.

$$V_m \text{ promedio} = \frac{\sum V_m}{3}$$

D. E., = Desviación Estándar

Para terminar, así como se realizó el cálculo en las pilas, se restó el valor de la desviación estándar a la resistencia promedio hallada para poder hallar la resistencia

de corte característica, ahora, al resultado hallado se multiplicó por el factor 1.05 ya que los ensayos se realizaron a los 21 días luego de haber sido elaborados los muretes.

$$V^*m = Vm \text{ promedio} - D.E.$$

$$V^*m \text{ final} = V^*m \times 1.05$$

En las siguientes tablas se mostrarán los resultados obtenidos de los ensayos, en primer lugar, la Tabla 4.11 presentará el resultado obtenido del murete elaborado con mortero convencional, mientras que en las siguientes Tablas (4.12; 4.13; 4.14) presentarán los resultados de muretes ensayados con morteros adicionados con cal en proporciones (0.25; 0.50; 1.25) respectivamente; además, estas tablas detallan el procedimiento descrito para la obtención del esfuerzo de corte final.

Tabla 4.11

Cálculo del esfuerzo de corte característica final en la muestra patrón.

Descripción	Ítem	Carga última (Kg)	Vm (Kg/cm ²)	Factor(*)	V'm final (kg/cm ²)
Muestra Patrón	MP_0.1	9460.00	8.92	1.05	9.37

Fuente: Propia

Tabla 4.12

Cálculo del esfuerzo de corte característica final en muestras con 0.25 de cal.

Descripción	Ítem	Carga última (Kg)	Vm (Kg/cm ²)	Factor	V*m promedio	D.E.	V'm	V'm final (kg/cm ²)
1º tanda	M_1.1	12300.00	11.59					
2º tanda	M_2.1	12290.00	11.59	1.05	11.61	0.03	11.58	12.16
3º tanda	M_3.1	12350.00	11.65					

Fuente: Propia

Tabla 4.13

Cálculo del esfuerzo de corte característica final en muestras con 0.50 de cal.

Descripción	Ítem	Carga última (Kg)	Vm (Kg/cm ²)	Factor	V*m promedio	D.E.	V'm	F`m final (kg/cm ²)
1º tanda	M_1.2	13700.00	12.88					
2º tanda	M_2.2	13750.00	12.97	1.05	12.91	0.06	12.85	13.49
3º tanda	M_3.2	13630.00	12.87					

Fuente: Propia

Tabla 4.15

Cálculo del esfuerzo de corte característica final en muestras con 1.25 de cal.

Descripción	Ítem	Carga última (Kg)	Vm (Kg/cm ²)	Factor	V*m promedio	D.E.	V'm	F`m final (kg/cm ²)
1º tanda	M_1.3	6900.00	6.57					
2º tanda	M_2.3	6850.00	6.47	1.05	6.55	0.07	6.47	6.80
3º tanda	M_3.3	7000.00	6.61					

Fuente: Propia

En la siguiente Figura 4.18 se muestra un gráfico elaborado en excel donde relaciona cada murete ensayado con el F*m encontrado respectivamente, luego se dará una explicación de dicha figura.

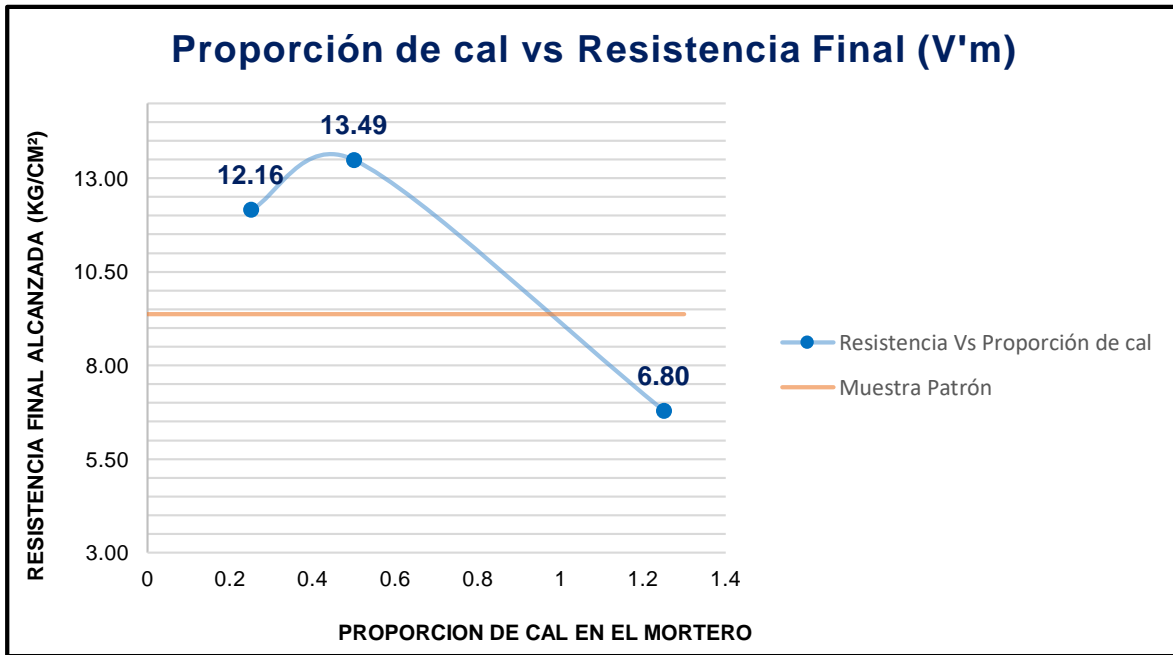


Figura 4.18. Esfuerzo de corte final vs la proporción de cal utilizada.

Así como en las pilas, el presente gráfico muestra que los muretes con proporción de 0.50 de cal en el mortero poseen mejores cualidades mecánicas en relación a la resistencia, lo cual afirma que la proporción de 0.5 de cal en el mortero es el ideal para su elaboración.

Por otro lado, las resistencias a compresión para cada mortero utilizados tanto en la elaboración de las pilas como los muretes se presentan en la Tabla 4.16 brindada por el laboratorio donde se realizaron los ensayos.

Tabla 4.16

Resistencias promedio del mortero utilizado en las pilas y muretes.

Descripción	Ítem	Cemento	Cal	Arena	Resistencia (kg/cm ² - Mpa)
Muestra Patrón	MP_0.1	1	0	4	175
1° Tanda	M_1.1	1	0.25	4	64.2 (6.4)
	M_1.2	1	0.5	4	106.5 (10.7)
	M_1.3	1	1.25	4	90.0 (9.0)
2° Tanda	M_2.1	1	0.25	4	64.3 (6.4)
	M_2.2	1	0.5	4	107.0 (10.7)
	M_2.3	1	1.25	4	90.2 (9.0)
3° Tanda	M_3.1	1	0.25	4	64.0 (6.4)
	M_3.2	1	0.5	4	108.2 (10.7)
	M_3.3	1	1.25	4	90.0 (9.0)

Fuente: Propia

En las siguientes tablas se mostrarán los resultados obtenidos de los ensayos, en primer lugar, la Tabla 4.17 presentará el resultado obtenido del murete elaborado con mortero convencional, mientras que en las siguientes Tablas (4.18; 4.19; 4.20) presentarán los resultados de muretes ensayados con morteros adicionados con cal en proporciones (0.25; 0.50; 1.25) respectivamente; además, estas tablas detallan el procedimiento descrito para la obtención del esfuerzo de corte final.

Tabla 4.17

Cálculo de la resistencia final del mortero en la muestra patrón.

Descripción	Ítem	Fm (Kg/cm ²)
Muestra Patrón	MP_0.1	175.00

Fuente: Propia

Tabla 4.18

Cálculo de la resistencia final del mortero en muestras con 0.25 de cal.

Descripción	Ítem	Fm (Kg/cm ²)	F*m promedio	D.E.	F'm
1º tanda	M_1.1	191.20			
2º tanda	M_2.1	190.10	190.77	0.59	190.18
3º tanda	M_3.1	191.00			

Fuente: Propia

Tabla 4.19

Cálculo de la resistencia final del mortero en muestras con 0.50 de cal.

Descripción	Ítem	Fm (Kg/cm ²)	F*m promedio	D.E.	F'm
1º tanda	M_1.2	203.90			
2º tanda	M_2.2	203.20	203.20	0.70	202.50
3º tanda	M_3.2	202.50			

Fuente: Propia

Tabla 4.20

Cálculo de la resistencia final del mortero en muestras con 1.25 de cal.

Descripción	Ítem	Fm (Kg/cm ²)	F*m promedio	D.E.	F'm
1º tanda	M_1.3	167.30			
2º tanda	M_2.3	168.10	167.63	0.42	167.22
3º tanda	M_3.3	167.50			

Fuente: Propia

En la siguiente Figura 4.19 se muestra un gráfico elaborado en excel donde relaciona cada cubo de concreto ensayado en laboratorio con el F*m encontrado respectivamente, luego se dará una explicación de dicha figura para así determinar si sigue con el patrón presentado en los ensayos de pilas y muretes.

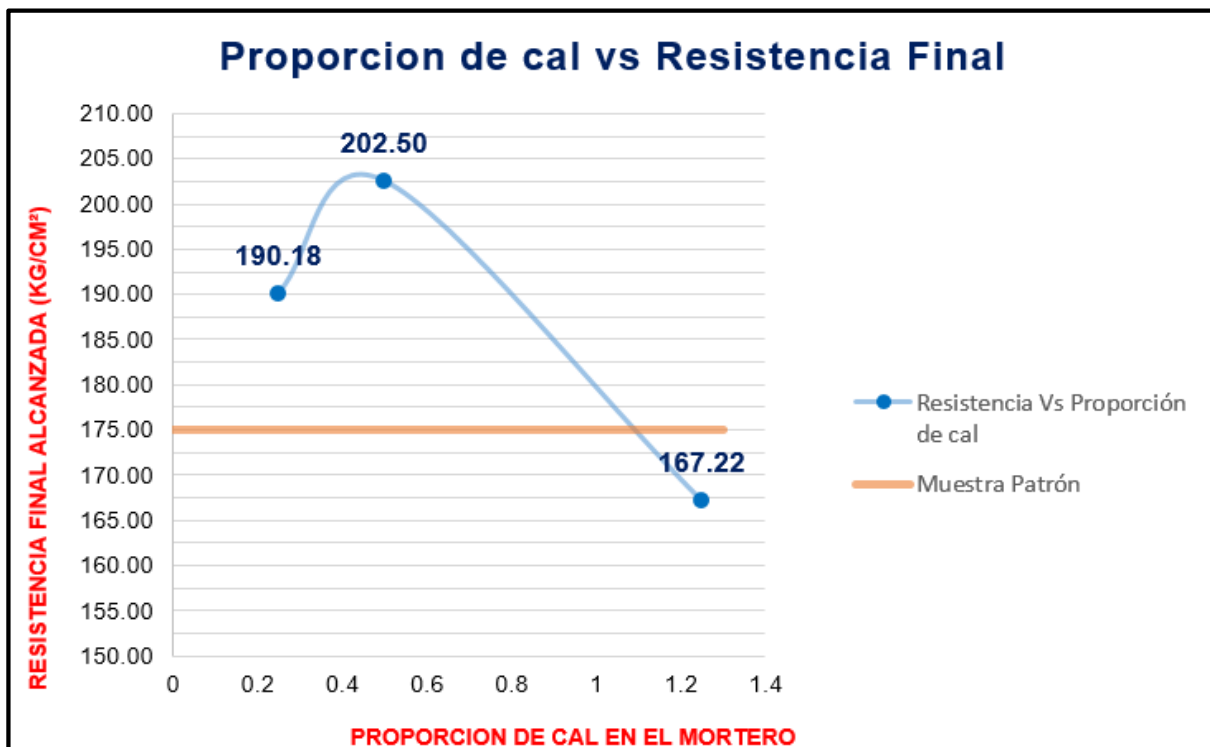


Figura 4.19. Esfuerzo de compresión final vs la proporción de cal utilizada en los cubos.

Al igual que en los ensayos en las pilas y muretes, el mortero sigue la misma tendencia donde la mayor resistencia recae en la muestra con 0.50 de cal en su composición, siendo un 15.7% mayor a la muestra patrón que tuvo una resistencia de 175 kg/cm², por otro lado, la que alcanzó la menor resistencia fue la muestra con 1.25 de cal en su composición.

4.3. GRANULOMETRÍA EN AGREGADO FINO

4.3.1. Características del ensayo

El ensayo fue realizado siguiendo las normativas (MTC E204 – 2000; ASTM C136; AASHTO T88). Además de ello, se requirió el apoyo del manual de laboratorio de concreto de la Universidad Continental y el ingeniero a cargo del laboratorio, José Luis Sánchez Tovar, quién verificó la ficha de laboratorio al finalizar el ensayo.

4.3.2. Propósito del ensayo

Determinar la distribución de los tamaños de partículas en el agregado fino seco para luego hallar las características físicas de este y comprobar si la gradación está dentro de los parámetros del HUSO Granulométrico según la Normativa NTP 400.037. Todo ello para garantizar un buen resultado en la elaboración del mortero bastardo.

4.3.3. Proceso del ensayo

Para la realización del ensayo se utilizó agregado fino de la cantera de Pilcomayo-Huancayo-Junín, ya que es una de las proveedoras más grandes de agregado en la provincia de Huancayo.

En la Figura 4.20 se muestra el proceso de secado de la muestra en horno para luego ser llevada a cuartear y ser utilizada en el proceso de tamizado.



Figura 4.20. Proceso de secado del agregado fino en estufa eléctrica.

Luego de tener la muestra seca y cuarteadada, se realizaron 3 ensayos con 3 muestras de 2 kg del mismo agregado y se tomaron datos de los pesos retenidos en cada tamiz

para luego llevarlo a analizar en excel y realizar un análisis con el peso promedio obtenido en cada tamiz.

4.2.4. Resultados obtenidos del ensayo

Para el cálculo de la curva granulométrica es necesario encontrar datos, los mismos que fueron extraídos de los ensayos realizados, en la Tabla 4.21 se presentan los datos utilizados para la próxima elaboración de la curva granulométrica que además debe de estar dentro de los límites granulométricos dados por la Normativa Técnica Peruana 400.037, denominado Huso Granulométrico, cuyos datos se encuentran ordenados en la Tabla 4.22.

Tabla 4.21

Cálculo de curva granulométrica con el promedio de pesos retenidos.

GRANULOMETRÍA (PROMEDIO DE 3 MUESTRAS)					
TAMIZ		P. RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% ACUMULADO	
NÚMERO	ABER. (mm)			RETENIDO	PASANTE
3/8"	9.50	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
Nº 4	4.75	92.41	4.62%	4.62%	95.38%
Nº 8	2.36	189.41	9.47%	14.09%	85.91%
Nº 16	1.18	201.51	10.08%	24.17%	75.83%
Nº 30	0.59	397.92	19.90%	44.06%	55.94%
Nº 50	0.30	498.62	24.93%	68.99%	31.01%
Nº 100	0.15	421.20	21.06%	90.05%	9.95%
Nº200	0.07	198.50	9.93%	99.98%	0.02%
> Nº 200	0.00	0.43	0.02%	100.00%	0.00%
TOTAL		2000.00	100%		

Fuente: Propia

En el Anexo 12 se presenta el informe revisado por ingeniero a cargo del laboratorio de concreto de la Universidad Continental con los resultados del ensayo realizado en el agregado fino.

Tabla 4.22*Limites Granulométricos según NTP 400.037*

TAMAÑO DEL TAMIZ	LIM. INFERIOR	% PASANTE	LIM. SUPERIOR	VERIFICACIÓN
3/8" (9.50 mm)	100.00%	100.00%	100.00%	CUMPLE
Nº 4 (4.75 mm)	95.00%	95.38%	100.00%	CUMPLE
Nº 8 (2.36 mm)	80.00%	85.91%	100.00%	CUMPLE
Nº 16 (1.18 mm)	50.00%	75.83%	85.00%	CUMPLE
Nº 30 (0.59 mm)	25.00%	55.94%	60.00%	CUMPLE
Nº 50 (0.30 mm)	10.00%	31.01%	30.00%	CUMPLE
Nº 100 (0.15 mm)	2.00%	9.95%	10.00%	CUMPLE

Nota Huso Granulométrico según NTP 400.037 para verificación de la curva granulométrica. Tomado de NTP 400.037, 2002. P.13.

Luego de obtener los datos de la Tabla 4.17, se continuó con hallar el módulo de fineza del agregado fino para determinar si el agregado es apto o no para la elaboración de tabiquería tanto en muretes como en pilas. Para ello, la fórmula utilizada para hallar el Módulo de Fineza (MF) fue la siguiente:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados ret. (1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100)}}{100}$$

Además, se halló el porcentaje de material que pasa por la malla N°200 y el porcentaje superior a ella, los datos se detallan en la Tabla 4.23.

Tabla 4.23*Módulo de Fineza, %que pasa por la malla N°200 y %superior a N°200.*

CARACTERISTICAS FISICAS	Según tabla N°3 - E070		
MODULO DE FINEZA (%)	2.46%	1.6 %<> 2.5 %	CUMPLE!
% MATERIAL > N° 200	0.02%		
%MATERIAL < N° 200	99.98%		

Fuente: Propia

El módulo de fineza encontrado fue de 2.46% que, según la Norma E070 está dentro de los parámetros óptimos que sirven de requisito para un buen agregado fino con fines de ser utilizado en la elaboración de tabiquería.

Por último, en la Figura 4.21 se presenta el gráfico final donde incluye, la curva granulométrica hallada dentro del huso granulométrico respectivo, donde se puede observar que el mayor porcentaje de la curva granulométrica hallada está dentro del huso granulométrico, lo cual indica que el agregado fino traído de la cantera de Pilcomayo está bien gradado y posee poco porcentaje de finos en su composición, además de ser óptima para ser utilizada en la elaboración de los muretes y pilas de tabiquería.

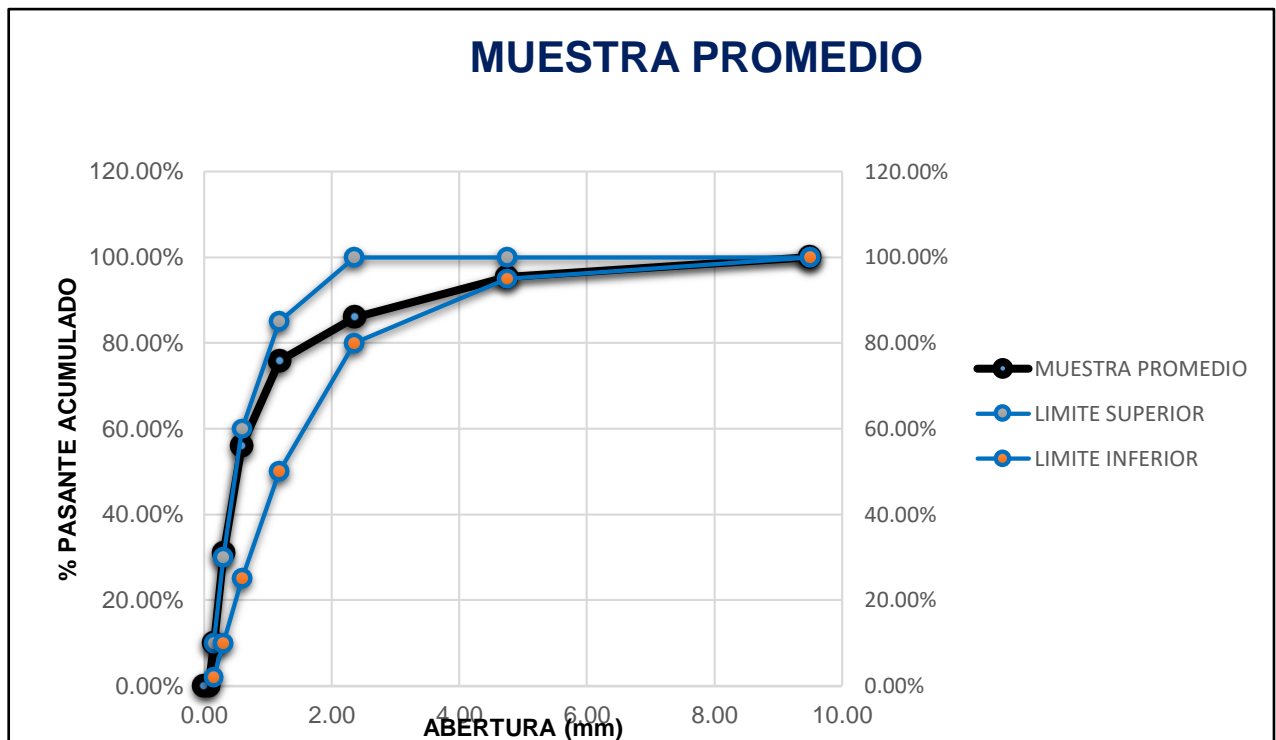


Figura 4.21. Curva granulométrica final promedio de 3 ensayos.

4.4. FLUIDEZ DEL MORTERO DE CEMENTO

4.4.1. Características del ensayo

El ensayo fue realizado siguiendo las normativas (MTC E617 – 2000; ASTM C203; AASHTO M152). Además de ello, se requirió el apoyo del manual de laboratorio de concreto de la Universidad Continental y el ingeniero a cargo del laboratorio, José Luis Sánchez Tovar, quién verificó la ficha de laboratorio al finalizar el ensayo.

4.4.2. Propósito del ensayo

Determinar la fluidez o extensibilidad de los morteros propuestos en la presente tesis para determinar si cumplen o no con el rango de fluidez propuesta en la presente norma ASTM C230 que es de $110\% \pm 5\%$.

El agua al estar contenida en el mortero bastardo, le proporciona cierta fluidez, ya que hay morteros que requieren como en el caso de morteros para tabiquería, un cierto nivel de fluidez para tener una plasticidad óptima.

4.4.3. Proceso del ensayo

Para el presente ensayo se utilizó el mortero bastardo 1:4 con las proporciones de cal (0.25; 0.50; 1.25) respectivamente. Como podemos observar en la Figura 4.22 el peso del cemento con la cal hidráulica debidamente separadas en taras de laboratorio.



Figura 4.22. Separación por peso del cemento y cal en taras.

Además del cemento y cal debidamente pesados, se utilizó arena de Ottawa, que, para 200 gramos de cemento pesado, la proporción de arena se encuentra en la Tabla 4.24.

Tabla 4.24

Calibración de arena de Ottawa para el mortero.

MALLA	PESO (gramos)	RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO
16	0.0	0	0%

30	11.0	2%	2%
50	396.0	72%	74%
100	143.0	26%	100%
TOTAL	550	100%	

Nota: Calibración por malla de la arena de Ottawa para la elaboración del mortero. “Tomado de Manual de laboratorio de Concreto”, por la Universidad Continental.

Para el proceso de mezclado del mortero bastardo y que todos sus componentes queden homogéneamente disueltos en la mezcla, se hizo el uso de la mezcladora del laboratorio y para determinar la fluidez de las mezclas se utilizó una mesa de flujo, ambas mostradas en la Figura 4.23.

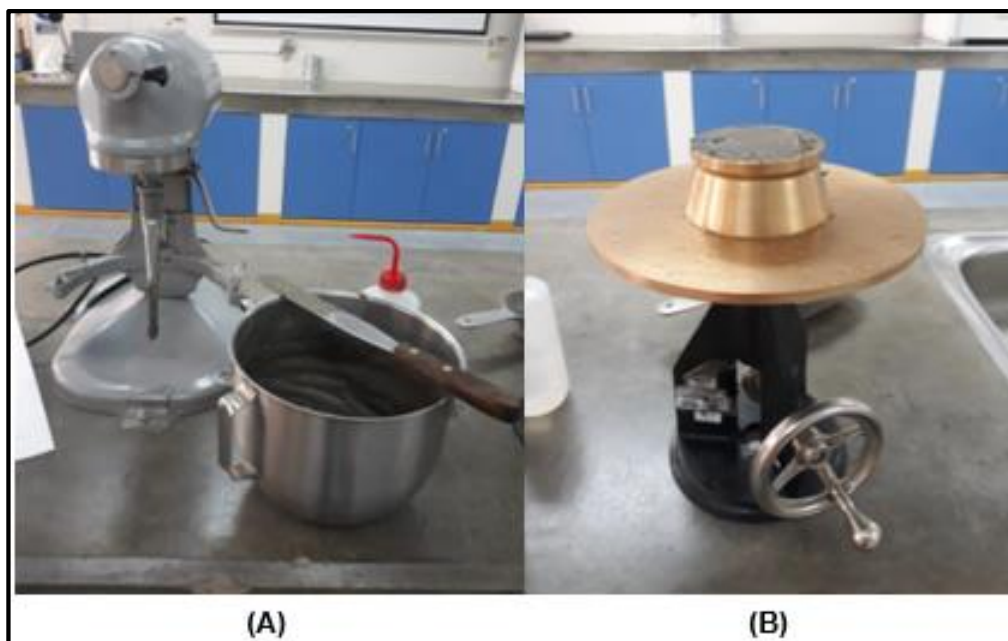


Figura 4.23. (A) Mezcladora eléctrica; (B) Mesa de flujo de laboratorio.

Luego de seguir los pasos del ensayo de acuerdo a la guía de laboratorio y la guía del ingeniero a cargo, se obtuvieron distintas dispersiones de la mezcla en la mesa de flujo, las cuales están mostradas en las Figuras 4.24; 4.25 y 4.26, en las cuales se

aprecia la extensibilidad que se obtuvo en cada caso con las distintas proporciones de cal para cada mortero ensayado.



Figura 4.24. Resultado de extensibilidad del mortero con 0.25 de cal.



Figura 4.25. Resultado de extensibilidad del mortero con 0.50 de cal.



Figura 4.26. Resultado de extensibilidad del mortero con 1.25 de cal.

4.4.4. Resultados obtenidos del ensayo

Además de los tres morteros con distinta proporción de cal ensayados, se realizó el ensayo de un mortero convencional cuyos datos registrados se encuentran en la Tabla 4.25. Cabe resaltar que para todos los ensayos, se utilizó 150 ml de agua, la ficha de laboratorio revisada por el ingeniero a cargo se encuentra en el Anexo 14.

Tabla 4.25

Resultados de la fluidez obtenida en los ensayos.

MUESTRA	TIPO/ PROPRCION CAL	DIÁMETRO			DIÁMETRO PROMEDIO	FLUIDEZ %	RANGO FLUIDEZ	
		D1	D2	D3			LIM. INF.	LIM. SUP.
1	NORMAL	215.4	215.3	215.3	215.33	112%	105%	115%
2	M / 0.25	214.9	214.8	214.9	214.87	111%	105%	115%
3	N / 0.50	135.1	135	135.2	135.10	33%	105%	115%
4	S / 1.25	115.3	115.1	115.3	115.23	13%	105%	115%

Fuente: Propia.

Como se puede apreciar en la tabla, tanto la muestra normal como el mortero tipo M cumplen con el rango de fluidez dado por la ASTM C230, ya que están dentro del

rango 110% \pm 5%, los demás en cambio, requerirán mas agua en su composicion para llegar al rango de fluidez deseada.

Por último, en la Figura 4.2 se presenta los resultados gráficamente, teniendo al mortero convencional y al tipo M dentro del rango establecido.

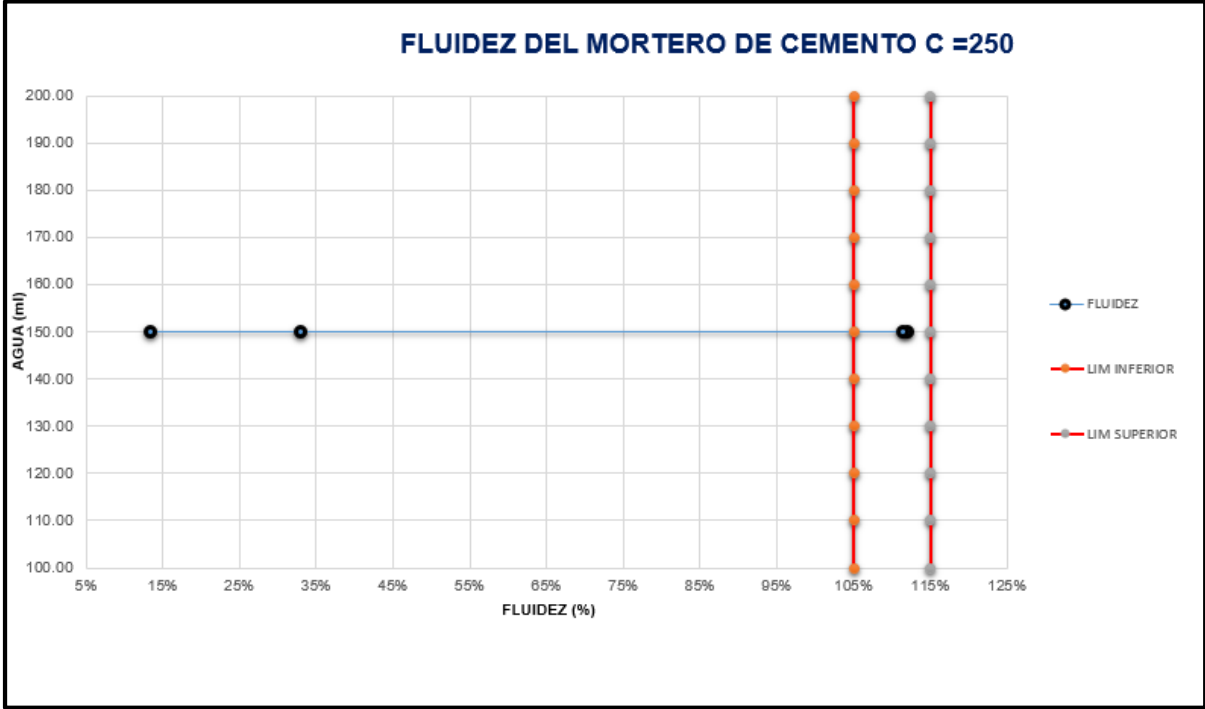


Figura 4.27. Resultado de la fluidez obtenida en los ensayos.

4.5. CONSISTENCIA NORMAL DE LA PASTA DE CEMENTO

4.5.1. Características del ensayo

El ensayo fue realizado siguiendo las normativas (MTC E605 - 2000; ASTM C187; AASHTO T129). Además de ello, se requirió el apoyo del manual de laboratorio de concreto de la Universidad Continental y el ingeniero a cargo del laboratorio, José Luis Sánchez Tovar, quién verificó la ficha de laboratorio al finalizar el ensayo.

4.5.2. Propósito del ensayo

Determinar el contenido óptimo de agua y consistencia de la pasta de cemento para que esta tenga una penetración de 10 ± 1 mm con la parte posterior de la aguja de Vicat cuyo peso es de 300gr.

4.5.3. Proceso del ensayo

Para comenzar a realizar el ensayo, se hizo una medición de los pesos de cemento en taras, cada una con 350 gramos de cemento y luego una medición de distintas proporciones de agua en relación al peso, comenzando con 80.50 ml de agua.

En la Figura 4.28 muestra la medición de los pesos del cemento y agua que luego pasaron a combinarse en la mezcladora mecánica del laboratorio.



Figura 4.28. Medición del peso de cemento y agua.

Luego de llevar el cemento y agua al recipiente de la mezcladora, se procedió a mezclar según lo indicado en el manual de laboratorio para luego llevar la mezcla al molde de la aguja de Vicat como lo mostrado en la Figura 4.29, que luego fue enrazado con una espátula y limpiado por los bordes para ser llevado a ensayar.



Figura 4.29. Molde de aguja de Vicat relleno de pasta cemento.

Luego de dejar la muestra centrada debajo del vástago de la aguja de Vicat, se dejó caer en un espacio de 30 minutos hasta esperar que se penetre una distancia de 10 ± 1 mm para considerarla una pasta consistente; además de ese resultado, también se tomó en cuenta la temperatura del ambiente, del agua y de la mezcla como se observa en la Figura 4.30.



Figura 4.30. Medición de penetración y temperatura.

4.5.4. Resultados Obtenidos del ensayo

En total, se realizaron 5 ensayos con porcentajes de agua distintos, de los cuales se tomaron datos tales como: penetración, temperatura del cemento, agua y pasta; los cuales se pueden observar en la Tabla 4.26.

Tabla 4.26

Datos obtenidos de los ensayos.

MUESTRA	CEMENTO (gr)	AGUA (ml)	PENETRACIÓN (mm)	T° CEMENTO	T° AGUA	T° PASTA
1	350	80.50	2	15.20°	14.90°	17.00°
2	350	91.00	4	15.20°	14.80°	18.00°
3	350	94.50	8	15.20°	14.70°	19.00°
4	350	96.50	11	15.20°	14.70°	19.30°
5	350	98.00	19	15.20°	14.70°	20.00°

Fuente: Propia

Para tener un mejor entendimiento de los resultados se hicieron 3 gráficos, en los cuales relacionan: T° del agua – Penetración, T° de la pasta – Penetración, Agua – Penetración. En la Figura 4.31 se observa la primera relación, en la Figura 4.32 la segunda relación y en la Figura 4.33 la tercera relación.

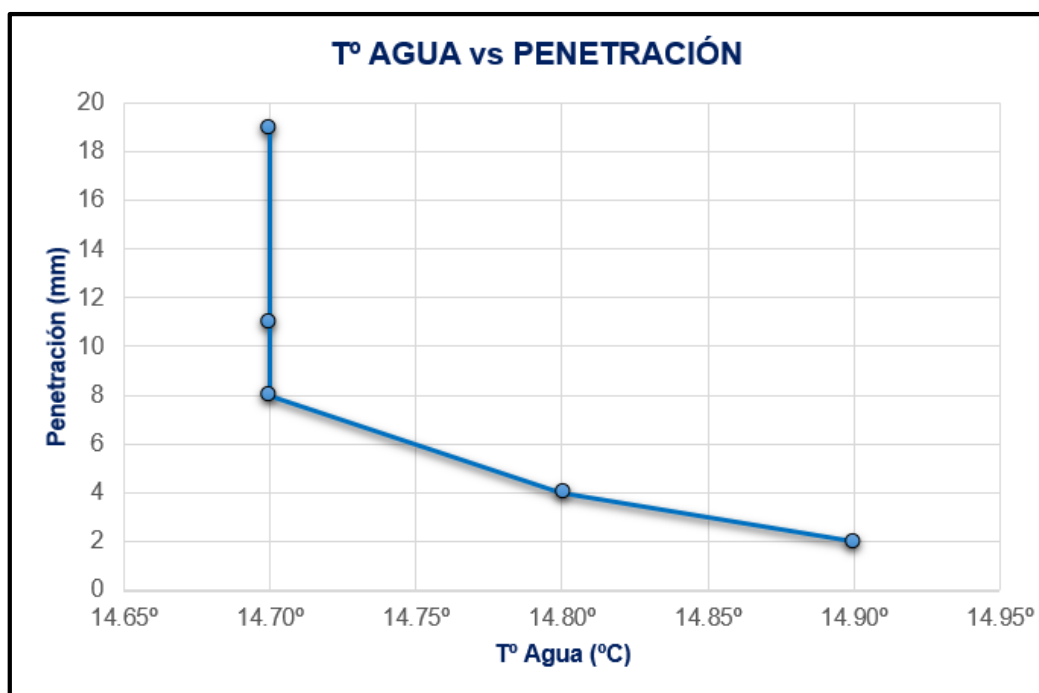


Figura 4.31. Resultado obtenido de la combinación T° Agua vs Penetración.

En la Figura 4.31 se observa que con temperatura de 14.7 °C de agua se alcanzó el mayor nivel de penetración en la mezcla, llegando hasta lo deseado (11 mm) que está dentro de la norma, mientras que en temperaturas superiores la penetración alcanzada fue menor, esto puede ser debido a que, a temperaturas mayores, el mortero se seca con mayor rapidez, haciendo que se endurezca más y el vástago de la aguja de Vicat no logre penetrar los 11 mm permitidos.

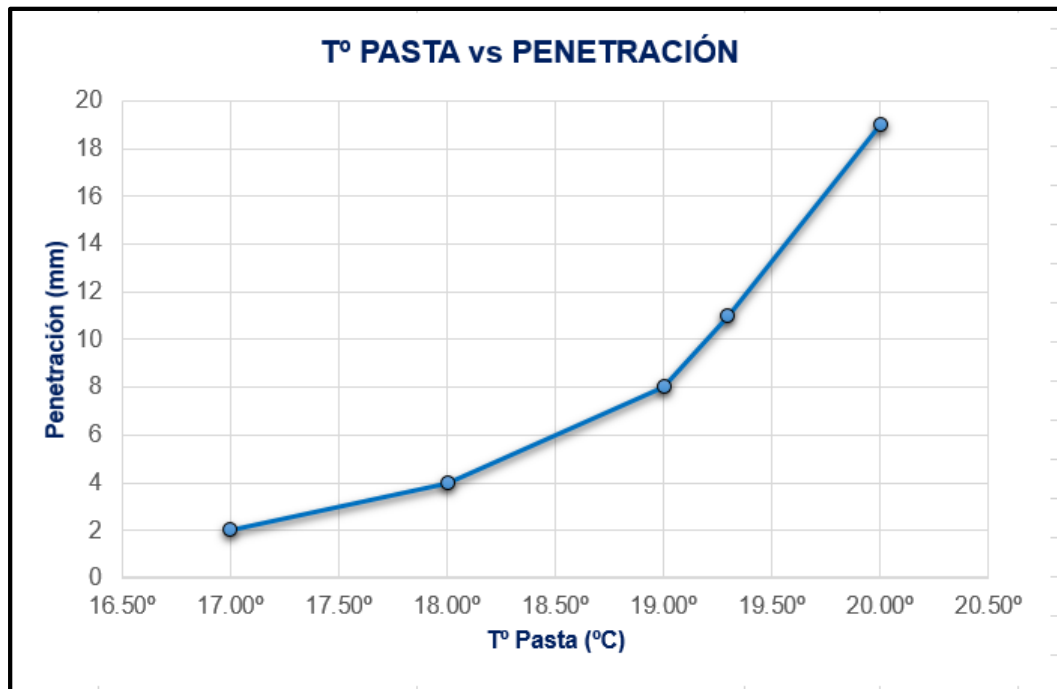


Figura 4.32. Resultado obtenido de la combinación T° Pasta vs Penetración.

En la Figura 4.32 también se observa que la temperatura de la pasta y la penetración alcanzada tienen una relación directamente proporcional, siendo 19.50 °C la temperatura óptima para llegar a la penetración deseada, caso contrario del resultado de la temperatura del agua, la figura muestra una tendencia creciente a favor de la temperatura de la pasta.

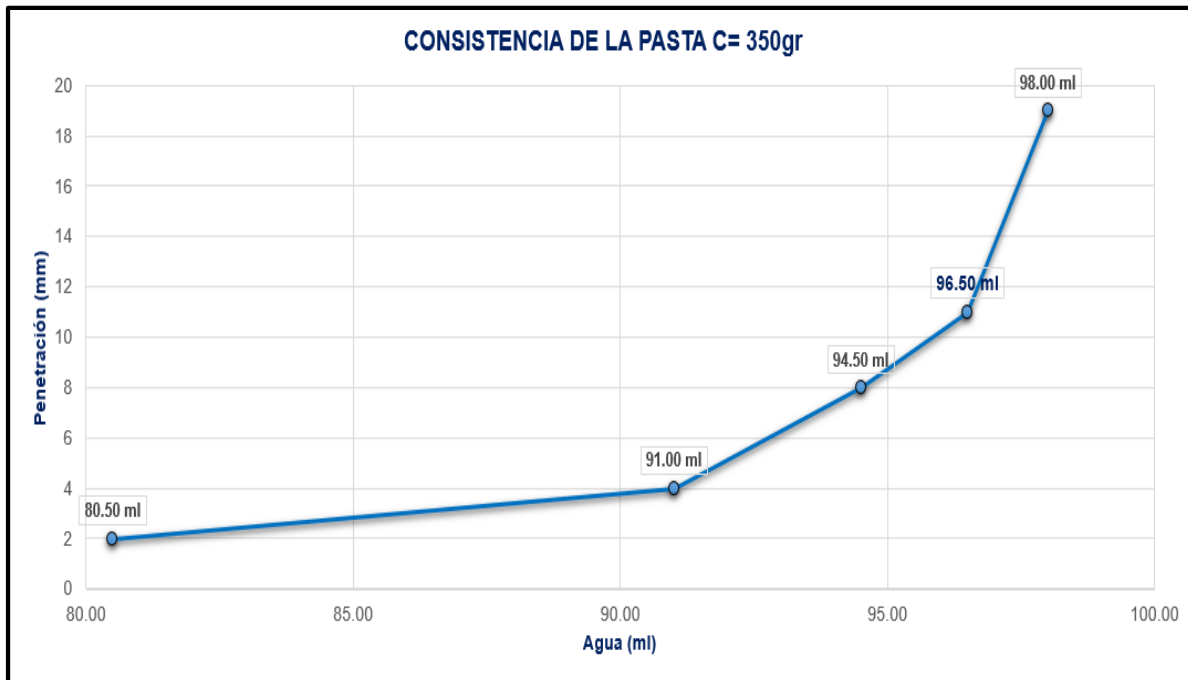


Figura 4.33. Resultado obtenido de la relación Cantidad de Agua vs Penetración.

Por último, en la Figura 4.33 se observa que, para 350 gramos de cemento, la cantidad óptima de agua es de 96.50 ml de agua para que la pasta obtenida llegue a una penetración deseada (11 mm), esto es debido a que, a mayor agua en el mortero, este tiende a ser más fluido y por ello menos consistente.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se hará una discusión de los resultados obtenidos en los ensayos realizados en el laboratorio, comparándolos con lo estipulado en la normativa peruana vigente.

En esta investigación se está siguiendo el objetivo de determinar la variación de las propiedades mecánicas de los muros de tabiquería elaborados con mortero bastardo empleados en los proyectos de vivienda; es decir, si la utilización del mortero bastardo tiene un efecto favorable en la resistencia a compresión axial en las pilas y diagonal en los muretes, entonces sería una buena alternativa para la construcción de tabiquería en las construcciones de vivienda.

5.1. RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

5.1.1. Clasificación del mortero de acuerdo a tabla 4 de la norma E-070.

Tabla 5.1

Tipos de mortero.

Tipo	Componentes			Usos
	Cemento	Cal	Arena	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Nota: Tipos de mortero y usos. Tomado de: Normativa Peruana de Albañilería E 070, 2019, p.14.

De acuerdo a la tabla presentada en la Norma E-070, los muros elaborados en esta tesis con mortero bastardo tendrían un uso como Muros Portantes ya que contienen cal en proporciones de 0.25 y 0.50, además se usó una proporción de 1:4. Por lo tanto, el Tipo de muro propuesto en esta tesis, y que va de acuerdo a la Tabla 5.1 es el Tipo P2.

Como dato adicional, en los ensayos realizados, la proporción de 0.50 de cal en el mortero 1:4 dio el mejor resultado posible frente a las otras muestras ensayadas.

5.1.2. Pilas de albañilería

El valor óptimo obtenido de resistencia a compresión característica promedio en las nueve pilas de albañilería ensayadas fue de 6.54 Mpa, superior en 2.19% a 6.4 MPa, que de acuerdo a la NTP 339.605 es la resistencia mínima que debe de cumplir las pilas de albañilería realizadas con ladrillo King Kong industrial (Ver Tabla 2.4). Además, cabe indicar que las tanto en la elaboración de pilas como en el ensayo de estas, se realizaron de una manera correcta y que la desviación estándar obtenida, aunque fue mínima, se haya debido a que los ensayos no se detuvieron al presentar la falla requerida interna, sino que las detuvieron al presentar fallas visibles exteriores.

La muestra patrón ensayada dio como resultado una resistencia de 5.63 Mpa; sin embargo, esta es menor a la mínima que estipula la norma, este resultado puede estar relacionado a que en la Tabla 2.4 que fue citado de la norma de albañilería indica que las unidades de ladrillo deben de tener una resistencia mínima de 145 Kg/cm², pero en la ficha técnica del ladrillo pirámide en el Anexo 11 indica que estos ladrillos poseen una resistencia de 130 kg/cm².

Además, en los ensayos realizados en las pilas de albañilería se logró observar que el mayor valor en resistencia fue la que tuvo una proporción de cal de 0.50 con una resistencia de 6.54 Mpa; es decir, para un mejor resultado en los ensayos de laboratorio, la relación de **agua: cemento: arena: cal** más óptima es de **1: 1: 4: 0.50**.

Por otro lado, el valor más bajo presentado en los ensayos fue el presentado por la muestra que contenía 1.25 de cal en el mortero, ya que alcanzó un valor de 5.42 Mpa que es un 15.31% más bajo que el mínimo que exige la norma.

5.1.3. Muretes de albañilería

El valor óptimo obtenido de resistencia a corte característica promedio en los nueve muretes de albañilería ensayados fue de 1.35 Mpa, superior en 66.54% a 0.8 MPa, que de acuerdo a la NTP 339.605 es la resistencia mínima que deben de cumplir los muretes de albañilería realizados con ladrillo King Kong industrial (Ver Tabla 2.5). Además, cabe indicar que las tanto en la elaboración de muretes como en el ensayo de estos, se realizaron de una manera correcta y que la desviación estándar obtenida, aunque fue mínima, se haya debido a que los ensayos no se detuvieron al presentar la falla requerida interna, sino que las detuvieron al presentar fallas visibles exteriores.

La muestra patrón ensayada dio como resultado una resistencia a corte de 0.94 Mpa que es mayor a la mínima que estipula la norma, este resultado a diferencia del resultado obtenido en la muestra patrón de la pila que fue menor a la mínima de la norma, es debido a que los muretes tuvieron 2 unidades y media de ladrillo por hilada, lo que lo ayudó a soportar mayor carga diagonal a pesar de que los ladrillos no tuvieran la resistencia a compresión necesaria según la norma.

Además, en los ensayos realizados en los muretes de albañilería se logró observar que el mayor valor en resistencia al corte fue la que tuvo una proporción de cal de 0.50 con una resistencia de 1.35 Mpa; es decir, para un mejor resultado en los ensayos de laboratorio, la relación de **agua: cemento: arena: cal** más óptima es de **1: 1: 4: 0.50**.

Por otro lado, el valor más bajo presentado en los ensayos fue el presentado por la muestra que contenía 1.25 de cal en el mortero, ya que alcanzó un valor de 0.68 Mpa que es un 16.05% más bajo que el mínimo que exige la norma.

Al comparar los resultados obtenidos con lo que Estrella Molina (2018) presenta en sus conclusiones con un valor de resistencia de corte promedio de 0.21 Mpa dando como propuesta de material adherente a la masa Dun Dun, entonces podemos afirmar que el mortero con adición de cal, tiene mejores propiedades adherentes y mecánicas para la tabiquería elaborada con este.

En la primera hipótesis menciona que: *“La resistencia a compresión axial en la tabiquería elaborada con mortero bastardo tiene un cambio significativo”*.

Para comprobar la hipótesis planteada se realizaron ensayos de compresión axial en pilas 9 de albañilería divididos en 3 grupos, cada uno con proporciones de cal distintas obteniendo como resultado 6.54 Mpa, el cual supera el mínimo de resistencia planteada en la presente NTP 339.605.

Por todo lo expuesto, afirmamos la primera hipótesis ya que, con la adición de 0.50 de cal al mortero tradicional, se logra mejorar las propiedades mecánicas de los muros elaborados.

En la segunda hipótesis menciona que: ***“La resistencia a compresión diagonal en la tabiquería elaborada con mortero bastardo tiene un cambio significativo”.***

Para verificar la presente hipótesis se realizaron ensayos en 9 muretes de albañilería divididos en 3 grupos, cada uno con proporciones de cal distintas, cuyos resultados fueron favorables con 1.35 Mpa de resistencia de corte, el cual supera el mínimo de resistencia planteada en la presente NTP 339.605.

Por todo lo expuesto, afirmamos la segunda hipótesis ya que, con la adición de 0.50 de cal al mortero tradicional, se logra mejorar las propiedades mecánicas de los muros elaborados.

La tercera hipótesis menciona que: *“La fluidez del mortero bastardo tiene una relación directamente proporcional con su resistencia final”.*

Para la verificación de esta hipótesis también se utilizó el apoyo de los ensayos de fluidez en el mortero en el laboratorio de concreto de la Universidad Continental, dando como resultado que las muestras con mortero convencional y con la adición de 0.25 de cal tuvieron una fluidez deseada de 111%. Por otro lado, las demás muestras no llegaron al porcentaje de fluidez deseada, lo cual indica que en la elaboración de pilas y muretes se utilizó más de lo normal afectando así en la relación agua/cemento, y es por ello que las muestras que tuvieron una adición de cal de 1.25 dieron un bajo resultado en compresión axial y de corte frente a las demás muestras.

Los resultados obtenidos comprueban la hipótesis; ya que, al requerir más agua de lo normal, afecta en la relación agua/cemento del mortero, haciendo de este más débil frente a las cargas aplicadas sobre las muestras.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La variación de las propiedades mecánicas de la tabiquería elaborada con el mortero bastardo fue positiva ya que los resultados fueron favorables a lo esperado, dando una resistencia a compresión axial y compresión diagonal aceptables ya que sobrepasan a lo mínimo que la presente Normativa Técnica Peruana (NTP) establece. Por ende, es factible garantizar el uso del mortero bastardo con proporción de cal de 0.50 en la elaboración de muros de tabiquería como reemplazo del mortero tradicional ya que logró satisfacer los requerimientos esperados.
- En los ensayos de resistencia a compresión de las pilas de albañilería se obtuvo un resultado de compresión característica promedio de 6.54 Mpa que supera a lo establecido en la presente NTP 339.605, teniendo como mejor resultado a la muestra con 0.5 de cal en la composición del mortero. Por ende, la contribución del mortero bastardo en proporción de cal de 0.50 en la resistencia a compresión axial es buena.
- En los ensayos de resistencia a compresión diagonal realizados en los muretes de albañilería se obtuvo un resultado de resistencia a corte de 1.35 Mpa, el cual es superior a lo establecido en la NTP en más del 50%, lo que nos hace concluir que la cal, aparte de aportar en la resistencia a compresión, tiene un aporte aún mayor en la resistencia a corte. Por ende, la contribución del mortero bastardo en la resistencia a corte es buena.

- La relación que existe entre la fluidez del mortero y la resistencia final de un muro de tabiquería elaborado con mortero bastardo es inversamente proporcional, ya que al aumentar agua al mortero se altera la relación agua/cemento que posee, lo que causa un decrecimiento en las propiedades mecánicas de la tabiquería elaborada.
- Así como hay beneficios en el uso de la cal en el mortero para tabiquería, también presentan algunas desventajas las cuales son las siguientes:
 - Al tener un alto calor de hidratación, los tabiques elaborados requieren de un constante curado con agua para evitar el degradamiento del concreto.
 - Al ser un elemento adicional en el mortero, este tiene un costo adicional, es así que es recomendable ser utilizado en muros portantes para garantizar una mayor resistencia en la estructura.
 - A diferencia del cemento, la cal hidratada al ser guardada por mucho tiempo reacciona con el dióxido de carbono y se vuelve inservible, es por ello que es recomendable utilizarlo en el corto tiempo de adquisición.

RECOMENDACIONES

- Para la elaboración de la tabiquería con mortero bastardo es recomendable humedecer las unidades de albañilería (ladrillos) para que estos no absorban demasiado el agua del mortero en el asentado y reducir su relación agua/cemento, haciendo que este se quemé y degrade.
- Tanto el agregado como el ladrillo debe estar libre de impurezas orgánicas, ya que estas bajan la calidad del mortero final, perjudicando así en las propiedades mecánicas obtenidas en los ensayos.
- Se requiere realizar investigaciones adicionales a la presente, así como también realizar más ensayos, con aún más relaciones de cal en la composición del mortero para generar una curva de rendimiento óptima y así determinar la proporción exacta de cal para obtener una mejor resistencia en los muros elaborados.

ANEXOS

Anexo 1: Presupuesto

RUBRO	N° UNIDADES	PRECIO UNITARIO	TOTAL
SERVICIOS:			
DIAS DE INTERNET	180 días	S/3.00	S/540.00
LABORATORIO	30 días	S/50.00	S/1,500.00
MATERIALES			
MATERIALES DE ESCRITORIO	20 materiales	S/2.00	S/40.00
IMPRESIONES	200 hojas	S/0.20	S/40.00
CEMENTO ANDINO TIPO I	3 bolsas	S/24.50	S/73.50
AGREGADO GRUESO	3 latas	S/45.00	S/135.00
PROBETAS DE CONCRETO	6	S/30.00	S/180.00
MURETES	3	S/30.00	S/90.00
OTROS	GLOBAL	S/50.00	S/50.00
TOTAL			S/2,648.50

Anexo 2: Cronograma

ACTIVIDAD	2021			
	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE
ELABORACION Y PRESENTACION DE PLAN DE TESIS	X			
APROBACION DE PLAN DE TESIS	X			
ADQUISICION DE CAL HIDRAULICA		X		
DISEÑO DE MEZCLA		X		
FASE EXPERIMENTAL		X	X	
EVALUACION DE ENSAYOS			X	
ANALISIS DE INFORMACION			X	
ELABORACION DE INFORME FINAL			X	X
PRESENTACION DE INFORME FINAL				X

Anexo 3: Resultados de ensayos en pilas de albañilería (Muestra patrón)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por
 Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : DAVID JEAN PIERE TELLO PAUCAR
 Otra : "PROPIEDADES MECÁNICAS DE MUROS CON MORTERO BASTARDO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES - VIVIENDA EN EL DISTRITO DE CHILCA REGION JUNIN - 2021"

Ubicación : DISTRITO DE CHILCA, REGION JUNIN
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería
 Expediente N° : 22-0243-1
 Recibo N° : 76722
 Fecha de emisión : 21/03/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Ladrillos de arcilla cocida king kong de 18 huecos, con alveolos perpendiculares a la cara del asiento.
 La Pila fue elaborada con ladrillos proporcionados e identificados por el solicitante, con un mortero con proporciones en volumen

Cemento	Cal	Arena
1	0	4

Espesor de junta: 1.5 cm
 Materiales para el mortero, proporcionado por el solicitante:
 Arena gruesa y Cemento Portland Sol Tipo I

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de calibración SNM: CMC-049-2021

3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.605.2013.
 Procedimiento interno AT-PR-08

4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE FALLA
			LARGO	ANCHO	ALTURA					
M-1	11/02/2022	11/03/2022	22.7	12.6	41.3	289	19560	1.00	68	Separación del frasco superficial

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionados por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Wilegas M
 Técnico : Sres. E.G.V. y C.G.A.



Ing. Oscar Miranda Hoshida
 Jefe (a) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lcm.uni.edu.pe
 lcm@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 4: Resultados de ensayos en muretes de albañilería (Muestra patrón)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carretera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del

A

Obras

Ubicación

Asunto

Expediente N°

Recibo N°

Fecha de emisión

: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales

: DAVID JEAN PIERRE TELLO PAUCAR

: *PROPIEDADES MECÁNICAS DE MUROS CON MORTERO BASTARDO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES - VIVIENDA EN EL DISTRITO DE CHILCA REGION JUNIN - 2021*

: DISTRITO DE CHILCA, REGION JUNIN

: Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Albañilería

: 22-0243-2

: 76722

: 21/03/2022

1.0. DE LA MUESTRA

2.0. CONDICIONES AMBIENTALES

3.0. DEL EQUIPO

4.0. MÉTODO DE ENSAYO

5.0. RESULTADOS

: Ladrillos de arcilla cocida long kong de 16 huecos, con alveolos perpendiculares a la cara del alomo. Los muretes fueron elaborados con una proporción en volumen de mortero de 1 : 4 y un espesor de junta de 1.5 cm.
Materiales para el mortero, proporcionado por el solicitante:
Arena gruesa y cemento Portland Sol Tipo I

: Temperatura ambiente = 26°C H.R. = 59.5 %

: Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKO SEIZOSHO
Certificado de Calibración: CMC-049-2021
Se usó los ensayos de acuerdo a la NTP 399.621.

: Normas de referencia NTP 399.621 y R.N.E. E-080.
Procedimiento interno AT-PR-08.

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)
		LARGO (l)	ANCHO (a)	ESPESOR (t)			
M-1	11/03/2022	60.5	62.5	12.9	773.6	6400	8.8

Resistencia compresión promedio del mortero = 175 (kgf/cm²)

6.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por: Mag. Ing. C. Villegas M
Técnico: Sres. E.G.V. y C.G.A.



Ing. Oscar Mercedes Hospital
Jefe del laboratorio

NOTAS

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM

La Calidad es nuestro compromiso

Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú

(511) 381-3343

(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe

lem@uni.edu.pe

Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 5: Resultados de ensayos en pilas de albañilería (1º Grupo)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por


INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : DAVID JEAN PIERE TELLO PAUCAR
 Obra : "PROPIEDADES MECÁNICAS DE MURDOS CON MORTERO BASTARDO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES - VIVIENDA EN EL DISTRITO DE CHILCA REGION JUNIN - 2021"

Ubicación : DISTRITO DE CHILCA REGION JUNIN
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería
 Expediente N° : 21-2137-1
 Recibo N° : 78733
 Fecha de emisión : 15/10/2021

1.0. DE LAS PILAS : Pilas elaboradas con los ladrillos proporcionados e identificadas por el solicitante, ladrillos de arcilla cocida tipo king de 18 huecos, con los alveolos perpendiculares a la cara de asiento.
 Para el mortero de adherencia se utilizó una proporción en volumen de:

MUESTRA	Cemento	Cal	Areña
M - 1: Pila	1	0.25	4
M - 2: Pila	1	0.50	4
M - 3: Pila	1	1.25	4

Espesor de junta: 1.5 cm.
 Los materiales que componen el mortero son: Cemento Sol Tipo I, Cal y arena gruesa.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOH SEIZOSHU
 Certificado de calibración CMC-049-2021

3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.505-2018.
 Procedimiento interno AT-PR-03.

4.0. RESULTADOS : Fecha de elaboración, 30 de Setiembre del 2021

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ÁREA BRUTA (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
		LARGO	ANCHO	ALTURA					
M - 1: Pila	15/10/2021	22.6	12.4	41.3	262.7	17008	1.18	96.1	Separación del frente superficial
M - 2: Pila	16/10/2021	22.6	12.4	41.1	262.7	18106	1.16	70.3	Separación del frente superficial
M - 3: Pila	15/10/2021	22.6	12.4	41.4	262.7	19300	1.16	56.4	Separación del frente superficial

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : E.G.V.J.C.S.A.




Ing. Rafael Cochay Huamani
Jefe del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1079 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uniledu.pe
 lem@uniledu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 6: Resultados de ensayos en muretes de albañilería (1º Grupo)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : DAVID JEAN PIERE TELLO PAUCAR
Obra : "PROPIEDADES MECÁNICAS DE MUROS CON MORTERO BASTARDO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES - VIVIENDA EN EL DISTRITO DE CHILCA REGION JUNIN - 2021"

Ubicación : DISTRITO DE CHILCA REGION JUNIN
Asunto : Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Albañilería
Expediente N° : 21-2137-2
Recibo N° : 75733
Fecha de emisión : 28/10/2021

1.0. DE LAS MUESTRAS : Muretes elaborados con los ladrillos proporcionados e identificadas por el solicitante, ladrillos de arcilla cocida king kong de 18 huecos, con los alveolos perpendiculares a la cara de asiento.
 Los materiales que componen el mortero son: cemento Sol Tipo I, Cal y arena gruesa.

2.0. DE LOS MURETES : Los muretes fueron elaborados en una proporción en volumen, según el cuadro adjunto.

Muestra	Cemento	Cal	Arena
M - 1: Murete	1	0.25	4
M - 2: Murete	1	0.50	4
M - 3: Murete	1	1.25	4

2.0. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura ambiente = 21.4 °C H.R. = 67.5 %

3.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de Calibración: CMC-049-2021
 Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.

4.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.621 y E-070 del RNE.
 Procedimiento interno AT-PR-08.

5.0. RESULTADOS : Fecha de elaboración, 30 de Setiembre del 2021

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DEL MURETE (mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm²)
		LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
M - 1: Murete	28/10/2021	61.4	61.6	12.2	750.3	12300	11.6
M - 2: Murete	28/10/2021	61.8	61.5	12.2	752.1	13700	12.9
M - 3: Murete	28/10/2021	61.3	61.5	12.1	742.9	8900	6.8

Resistencia compresión promedio del mortero (0.25) = **191.2** (kg/cm²)
 Resistencia compresión promedio del mortero (0.50) = **203.9** (kg/cm²)
 Resistencia compresión promedio del mortero (1.25) = **167.3** (kg/cm²)

6.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sres. E.G.V.C.G.A.




Ing. Rafael Cachay Huamán
Jefe (x) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos sólo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4050 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 7: Resultados de ensayos en pilas de albañilería (2º Grupo)




UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N°1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : DAVID JEAN PIERE TELLO PAUCAR
Obras : "PROPIEDADES MECÁNICAS DE MUROS CON MORTERO BASTARDO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES - VIVIENDA EN EL DISTRITO DE CHILCA REGION JUNIN - 2021"
Ubicación : DISTRITO DE CHILCA REGION JUNIN
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería
Expediente N° : 21-2137-1
Recibo N° : 79733
Fecha de emisión : 11-03-2022

1.3. DE LAS PILAS : Pilas elaboradas con los ladrillos proporcionalados e identificadas por el solicitante, ladrillos de arcilla cocida King long de 18 huecos, con los alveolos perpendiculares a la cara de saizento.
 Para el mortero de adherencia se utilizó una proporción en volumen de:

MUESTRA	Cemento	Cal	Areña
M - 1: Pila	1	0.25	4
M - 2: Pila	1	0.50	4
M - 3: Pila	1	1.25	4

Espesor de junta: 1.5 cm.
 Los materiales que componen el mortero son: Cemento Andino Tipo I, Cal y arena gruesa.

2.6. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYO KOKI SEIZOSHU
 Certificado de calibración CMC-049-2021

3.6. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.505:2018
 Procedimiento Interno AT-PR-03

4.6. RESULTADOS : Fecha de elaboración, 26 de Febrero del 2022.

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ÁREA BRUTA (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
		LARGO	ANCHO	ALTURA					
M - 1: Pila	11/03/2022	22.8	12.4	41.4	282.7	17100	1.10	80.6	Separación del frente superficial
M - 2: Pila	11/03/2022	22.8	12.4	41.1	282.7	18100	1.10	78.0	Separación del frente superficial
M - 3: Pila	11/03/2022	22.8	12.4	41.4	282.7	18000	1.10	80.6	Separación del frente superficial

5.3. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Mag. Ing. C. Villegas M.
 : E.G.V.J.C.O.A.




Ing. Rafael Cochay Huamani
 Jefe (e) del Laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.unileds.pe
 lem@unileds.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 8: Resultados de ensayos en muretes de albañilería (2º Grupo)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Center for Engineering Civil Accredited by
 Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : DAVID JEAN PIERE TELLO PAUCAR
Obra : "PROPIEDADES MECÁNICAS DE MUROS CON MORTERO BASTARDO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES - VIVIENDA EN EL DISTRITO DE CHILCA REGION JUNIN - 2021"

Ubicación : DISTRITO DE CHILCA REGION JUNIN
Asunto : Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Albañilería
Expediente N° : 21-2137-2
Recibo N° : 75733
Fecha de emisión : 11/03/2022

1.0. DE LAS MUESTRAS : Muretes elaborados con los ladrillos proporcionados e identificadas por el solicitante, ladrillos de arcilla cocida king kong de 18 huecos, con los alveolos perpendiculares a la cara de asiento.
 Los materiales que componen el mortero son: cemento Andino Tipo I, Cal y arena gruesa.

2.0. DE LOS MURETES : Los muretes fueron elaborados en una proporción en volumen, según el cuadro adjunto.

Muestra	Cemento	Cal	Arena
M - 1: Murete	1	0.25	4
M - 2: Murete	1	0.50	4
M - 3: Murete	1	1.25	4

2.0. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura ambiente = 21.2 °C H.R. = 67.5 %

3.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHU
 Certificado de Calibración: CMC-049-2021
 Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.

4.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.621 y E-070 del RNE.
 Procedimiento interno AT-PR-06.

5.0. RESULTADOS : Fecha de elaboración, 11 de Febrero del 2022.

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DEL MURETE (mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm²)
		LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (e)			
M - 1: Murete	11/02/2022	61.4	61.5	12.2	748.7	12306	11.6
M - 2: Murete	11/02/2022	61.4	61.5	12.2	748.7	13768	12.9
M - 3: Murete	11/02/2022	61.3	61.5	12.2	748.1	8903	8.5

Resistencia compresión promedio del mortero (0.25) = 190.1 (kg/cm²)
 Resistencia compresión promedio del mortero (0.50) = 203.2 (kg/cm²)
 Resistencia compresión promedio del mortero (1.25) = 188.1 (kg/cm²)

6.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sres. E. G. V. J. C. G. A.


 Ing. Rafael Cachay Huamán
 Jefe (a) del laboratorio.

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1870 Anexo: 4058 | 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 9: Resultados de ensayos en pilas de albañilería (3º Grupo)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Unil Acreditado por


INFORME

Del

A

Obra

Ubicación

Asumo

Expediente N°

Recibo N°

Fecha de emisión

: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales

: DAVID JEAN PIERE TELLO PAUCAR

: "PROPIEDADES MECÁNICAS DE MURDOS CON MORTERO BASTARDO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES - VIVIENDA EN EL DISTRITO DE CHILCA REGION JUNIN - 2021"

: DISTRITO DE CHILCA REGION JUNIN

: Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería

: 21-2137-1

: 75733

: 11-03-2022

1.0. DE LAS PILAS

: Pilas elaboradas con los ladrillos proporcionados e identificadas por el solicitante, ladrillos de arcilla cocida tipo King de 18 huecos, con los alveolos perpendiculares a la cara de alzado.

Para el mortero de adherencia se utilizó una proporción en volumen de:

MUESTRA	Cemento	Cal	Areña
M - 1: Pila	1	0.25	4
M - 2: Pila	1	0.50	4
M - 3: Pila	1	1.25	4

Espesor de junta: 1.5 cm.

Los materiales que componen el mortero son: Cemento Andino Tipo I, Cal y arena gruesa.

2.0. DEL EQUIPO

: Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOH SEIZOH
 Certificado de calibración CMC-049-2021

3.0. MÉTODO DE ENSAYO

: Normas de referencia NTP 399.805-2018
 Procedimiento interno AT-P19-08.

4.0. RESULTADOS

: Fecha de elaboración, 28 de Febrero del 2022.

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ÁREA BRUTA (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
		LARGO	ANCHO	ALTURA					
M - 1: Pila	11/03/2022	22.6	12.4	41.4	262.7	17660	1.10	86.0	Separación del frente superficial
M - 2: Pila	11/03/2022	22.6	12.4	41.1	262.7	18100	1.10	76.4	Separación del frente superficial
M - 3: Pila	11/03/2022	22.6	12.4	41.4	262.7	1800	1.10	86.4	Separación del frente superficial

5.0. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico

: Mag. Ing. C. Villegas M.
 : E.G.V.J.C.S.A.





Ing. Rafael Cochay Huamani
 jefe del laboratorio



NOTAS:


1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uniledu.pe
 lem@uniledu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 10: Resultados de ensayos en muretes de albañilería (3º Grupo)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Autorizada por
 Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : DAVID JEAN PIERE TELLO PAUCAR
Obra : "PROPIEDADES MECÁNICAS DE MUROS CON MORTERO BASTARDO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES - VIVIENDA EN EL DISTRITO DE CHILCA REGION JUNIN - 2021"

Ubicación : DISTRITO DE CHILCA REGION JUNIN
Asunto : Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Albañilería
Expediente N° : 21-2137-2
Recibo N° : 75733
Fecha de emisión : 11/03/2022

1.0. DE LAS MUESTRAS : Muretes elaborados con los ladrillos proporcionados e identificadas por el solicitante, ladrillos de arcilla cocida king kong de 18 huecos, con los alveolos perpendiculares a la cara de asiento.
 Los materiales que componen el mortero son: cemento Andino Tipo I, Cal y arena gruesa.

2.0. DE LOS MURETES : Los muretes fueron elaborados en una proporción en volumen, según el cuadro adjunto.

Muestra	Cemento	Cal	Arena
M - 1: Murete	1	0.25	4
M - 2: Murete	1	0.50	4
M - 3: Murete	1	1.25	4

2.0. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura ambiente = 21.5 °C H.R. = 67.0 %

3.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de Calibración: CMC-049-2021
 Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.

4.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.621 y E-070 del RNE.
 Procedimiento interno AT-PR-08.

5.0. RESULTADOS : Fecha de elaboración, 11 de Febrero del 2022.

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)
		LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
M - 1: Murete	11/03/2022	61.4	61.5	12.2	748.7	12350	11.6
M - 2: Murete	11/03/2022	61.3	61.5	12.2	748.1	13630	12.9
M - 3: Murete	11/03/2022	61.3	61.5	12.2	748.1	7900	6.6

Resistencia compresión promedio del mortero (0.25) = 191.0 (kg/cm²)
 Resistencia compresión promedio del mortero (0.50) = 202.5 (kg/cm²)
 Resistencia compresión promedio del mortero (1.25) = 167.5 (kg/cm²)

6.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico: Mag. Ing. C. Villegas M. Sres. E. Q. V. A. G. A.

Ing. Rafael Cachay Muzmán
Jefe (s) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1879 Anexo: 4058 | 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 11: Ficha Técnica de ladrillos Pirámide



FICHA TÉCNICA

Actualizado el 01 de Marzo 2017

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO						
		KING KONG 18 HUECOS				
		USO: <i>Ladrillo para muros portantes.</i>				
MATERIAS PRIMAS:		Unidad	Especificación Interna	Requisitos Normados:		
<i>Mezcla de arcillas.</i>				NTP. 399.613 NTP. 331.017 RNE. 070		
PROPIEDADES FÍSICAS:						
PESO: Mínimo - Máximo		Kg	2.610 - 2.800	-		
DIMENSIONES:		Largo	cm	23.0	2%	22.5 Mín. 23.5 Máx.
		Ancho	cm	12.5	3%	12.1 Mín. 12.9 Máx.
		Alto	cm	9.0	3%	8.7 Mín. 9.3 Máx.
ABSORCIÓN DE AGUA		%	< 22.0	Máx. 22.0		
ÁREA DE VACÍOS		%	45 - 48	-		
ALABEO		mm	< 4.0	Máx. 4.0		
DENSIDAD		g/cm ³	1.90 - 2.00	-		
EFLORESCENCIA		-	No presenta	No presenta		
CLASE		-	Tipo IV	Tipo IV		
RENDIMIENTO		Mortero 1.0 cm	Und/m ²	Soga / Cabeza	42	74
		Mortero 1.5 cm	Und/m ²	Soga / Cabeza	39	68
PROPIEDADES MECÁNICAS:						
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		Kg/cm ²	> 130	Mín. 130		

Nota:

Ladrillo fabricado para ser usado en muros portantes de moderada resistencia a la compresión, de uso en la construcción con recubrimiento (tarrajeo) tanto en interiores como en exteriores de la edificación.



Oficina: República de Panamá 3563 5to. Piso - of. 501, Telf.: (0511) 422-2468 / Fax: (0511) 440-2675

Planta: Panamericana Norte, Altura Km. 30.5 - Carabaylo, Telf.: (0511) 660-2808 / (0511) 660-2805 Fax: (0511) 660-2805 anexo 22

www.ladriillospiramide.com

Anexo 12: Ficha Técnica de granulometría verificada por ingeniero a cargo

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, BUELOS Y CONCRETO

ASUNTO	INVESTIGACIÓN DE TESIS
TEMA	DAÑO: JUNA PERIF. TIELO NAUGAR
ENCARGADO	JOSÉ LUIS SANCHEZ TOVAR

CARACTERÍSTICAS DEL ADRESCADO PRMO (MTC E234 - 2006 - ASTM C136 - AGUANTO 3)	PROCEDIMIENTO
	PCC COMPAVO

DATOS DEL ADRESCADO		PROCEDIMIENTO	
SAMPLES OBTENIDA PROMEDIO DE 3 SUBPRUEBAS			
TAMIZ	ÁREA (mm ²)	% RETENIDO	% ACUMULADO
Nº 4	4.75	0.00%	0.00%
Nº 8	8.75	0.00%	0.00%
Nº 16	15.00	0.00%	0.00%
Nº 30	25.00	0.00%	0.00%
Nº 60	47.50	0.00%	0.00%
Nº 100	150.00	0.00%	0.00%
Nº 200	750.00	0.00%	0.00%
TOTAL	2000.00	100.00%	100.00%

TAMIZ	ÁREA (mm ²)	% PASANTE	LIM. SUPERIOR	VERIFICACIONES
Nº 4 (4.75 mm)	4.75	100.00%	100.00%	21.00%
Nº 8 (8.75 mm)	8.75	100.00%	100.00%	21.00%
Nº 16 (15.00 mm)	15.00	100.00%	100.00%	21.00%
Nº 30 (25.00 mm)	25.00	100.00%	100.00%	21.00%
Nº 60 (47.50 mm)	47.50	100.00%	100.00%	21.00%
Nº 100 (150.00 mm)	150.00	100.00%	100.00%	21.00%
Nº 200 (750.00 mm)	750.00	100.00%	100.00%	21.00%

MODULO DE FLEXION (M)	% MATERIAL + Nº 200	% MATERIAL + Nº 200
2.40%	2.40%	2.40%
0.00%	0.00%	0.00%
84.99%	84.99%	84.99%

MUESTRA PROMEDIO

ENSAYO	CONSISTENCIA DE PASTA	FIRMA	FECHA
		<i>[Firma]</i>	4/04/2022

Anexo 13: Ficha Técnica de consistencia normal de la pasta verificada por ingeniero a cargo

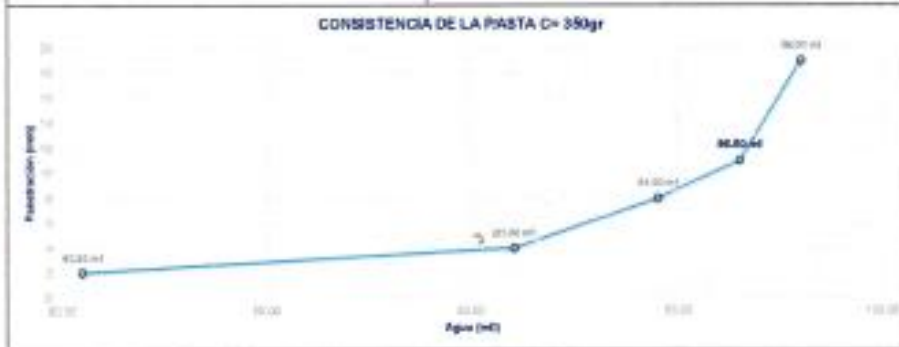
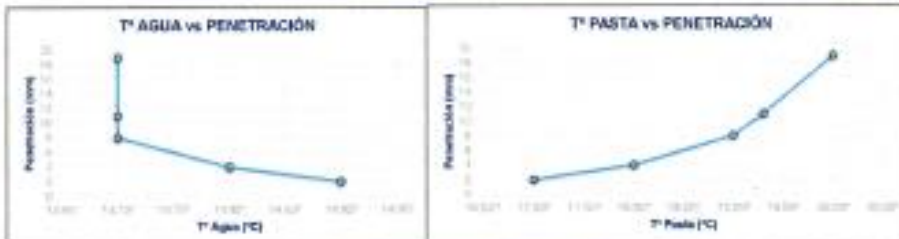
LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

AJUNTO	INVESTIGACION DE TEMAS
TECNISTA	DAVID JEAN PIERE TELLO PAJGAR
ENCARGADO	JOSÉ LUIS SANCHEZ TOWAR

CONSISTENCIA NORMAL DE LA PASTA DE CEMENTO (MTG ENR - 200; ASTM C187; ASHTO T128)

DATOS DEL DISEÑO	
CEMENTO	AMCI MO. TIPO I
AGUA	POTABLE
PENETRADOR	AGUJA DE VICAT

MUESTRA	CEMENTO (gr)	AGUA (ml)	PENETRACIÓN (mm)	T° CEMENTO	T° AGUA	T° PASTA
1	350	83.00	3	15.30°	14.80°	17.80°
2	350	91.00	4	15.30°	14.80°	18.80°
3	350	94.00	8	15.30°	14.70°	19.80°
4	350	96.88	11	15.30°	14.70°	19.30°
5	350	98.00	19	15.30°	14.70°	20.90°



ENSAYO	CONSISTENCIA DE PASTA			11/01/2012
			TECNISTA	FECHA



Anexo 14: Ficha Técnica de fluidez del mortero verificada por ingeniero a cargo

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

AGUNTO: INVESTIGACIÓN DE TESIS
 TERCERA: DAVID JEAN PÉREZ TELLO PAUCAR
 ENCARGADO: JOSÉ LUIS SANCHEZ TORRES

FLUIDEZ DEL MORTERO DE CEMENTO (MTC 6517 - 2005; ASTM C-302; AAGHITO 9-152)

MUESTRA	CEMENTO (gr)	CAL HIDRÁULICA	ARENA (gr)	AGUA (ml)	TIPO PROPORCIÓN CAL	DIÁMETRO			FLUIDEZ %	RANGO FLUIDEZ	
						DI	DE	DI		LIM. INF.	LIM. SUP.
1	200.00	0	800.00	150.00	NORMAL	215.4	215.3	215.3	117%	105%	119%
2	300.00	30.00	800.00	150.00	M (0.25)	214.8	214.8	214.8	111%	100%	119%
3	200.00	100.00	800.00	150.00	M (0.50)	135.1	135.2	135.30	20%	100%	110%
4	200.00	250.00	800.00	150.00	S (1.25)	115.3	115.3	115.23	13%	100%	110%

FLUIDEZ DEL MORTERO DE CEMENTO C =250

ENSAYO	CONSISTENCIA DE PASTA	FECHA
		11/04/2022

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEROS AREQUIPA, 2010. *Construye Seguro - Manual Del Maestro Constructor*. S.l.: s.n.
- ACEROS AREQUIPA, 2012. Construyendo con Juan Seguro. [en línea], no. I, pp. 8. Disponible en: <https://documents.es/document/construyendo-con-juan-seguro-n19.html?page=5>.
- ACI, 2010. *Aci 440.7R-10*. 2010. S.l.: s.n.
- ALANYA VELI, J.W., 2017. *Comportamiento del mortero con aditivo expansivo para resanes en obras de ingeniería civil*. S.l.: Universidad Nacional de Ingeniería.
- ARAOZ ESCOBEDO, T.A. y VELEZMORO GIRÓN, J.P., 2012. *Reforzamiento de viviendas existentes construidas con muros confinados hechos con ladrillos pandereta - Segunda Etapa*. S.l.: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- CÁMARA PERUANA DE LA CONSTRUCCIÓN (CAPECO), 2018. Construyendo formalidad. *Construcción e Industria* [en línea], pp. 20. Disponible en: <https://issuu.com/capeco.org/docs/rcei070818>.
- CASTAÑEDA, R., PORRAS, P., VASQUEZ, J., JIMENEZ, R. y SANCHEZ, E., 2016. *Albañilería en el Perú*. Lima: UCV.
- CEMEX, 2020. Manual del Constructor. *CEMEX*, pp. 203.
- CERVERA RUIZ, M. y BLANCO DÍAZ, E., 2015. *Resistencia de materiales (ensayos)* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9788494424441. Disponible en: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliocauladechsp/reader.action?docID=3187783&query=RESISTENCIA%2BDE%2BMATERIALES>.
- DONAIRE, P., 2011. Teoría sobre albañilería básica. [en línea]. Disponible en: <http://fpdonaire-tab.blogspot.com/2012/02/obras-de-fabrica.html>.
- ESTRELLA MOLINA, M.M., 2018. *Facultad de Ingeniería Facultad de Ingeniería*. S.l.: Universidad César Vallejo.
- G. ARIAS, F., 2006. *El Proyecto de Investigación, introducción a la metodología científica*. sexta. S.l.: s.n. ISBN 9800785299.

- GÓMEZ BASTAR, S., 2012. *Metodología de La Investigación* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9788578110796. Disponible en: http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf.
- HERNANDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, P., 2010. *Metodología de la Investigación 6ta EDICION*. S.l.: s.n. ISBN 9781456223960.
- INDECI, 2021. Boletín estadístico virtual de la gestión recreativa. . S.l.:
- LIMARDO DE PARAMO, J.R., 2010. *Mejoramiento En La Calidad De Mezclas Y Colocación De Concreto En 2 Obras Civiles*. S.l.: s.n.
- LOPEZ AMPUERO, E. y HUAMANI COPARI, J.J., 2017. *Influencia del nanosilice y superplastificante en la durabilidad del concreto sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo de la ciudad de Puno*. S.l.: s.n.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, C. y S., 2019. *Estructuras E.030 - Diseño Sismorresistente* [en línea]. Perú: s.n. Disponible en: <http://www.ici.edu.pe/brochure/normas/Norma E.030 Diseño-sismorresistente.pdf>.
- MINISTERIO DE VIVIENDA DEL PERÚ, 2006. Norma Técnica E.070 Albañilería. [en línea], pp. 58. Disponible en: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2008/01/Norma-E-070-MV-2006.pdf>.
- MORALES ALEJANDRE, V.M., 2015. *Estudio de concretos de alta durabilidad*. S.l.: Universidad nacional autónoma de México.
- MORANTE PORTOCARRERO, A.A., 2008. *Mejora de la adherencia mortero-ladrillo de concreto*. S.l.: s.n.
- NAVARRO JIMÉNEZ, E.A. y FORERO ROMERO, H., 2017. *Mejoramiento de la resistencia a compresión del concreto con Nanotubos de Carbono* [en línea]. S.l.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6265/NavarroJimenezEllerlyAlejandro2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.605, 2013. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA . Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. , pp. 23.

PALELLA STRACUZZI, S. y MARTINS PESTANA, F., 2012. *Metodología de la investigación cuantitativa*. Tercera Ed. S.l.: s.n. ISBN 9802734454.

PARRA MAYA, K.M. y BAUTISTA MOROS, M.A., 2010. *Diseño de mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros* [en línea]. S.l.: Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. Disponible en: <https://arxiv.org/pdf/1707.06526.pdf><https://www.yrpri.org><http://weekly.cnbnews.com/news/article.html?no=124000><https://www.fordfoundation.org/>http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/Republica_Dominicana/ccp/20120731051903/prep<http://webpc.cia>.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2006. Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento. *Reglamento Nacional De Edificaciones* [en línea], vol. 53, no. 9, pp. 1689-1699. ISSN 1098-6596. Disponible en: <http://www3.vivienda.gob.pe/pnc/docs/normatividad/varios/Reglamento Nacional de Edificaciones.pdf>.

RUIZ, M.C., 2017. *Macromodelación numérica de ensayos de pilas y muretes de albañilería de arcilla*. S.l.: s.n.

SÁENZ, L., 2016. *Comportamiento sísmico de tabiques contruidos con ladrillos pandereta* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6861>.

SALAMANCA CORREA, R., 2001. Tecnología De Los Morteros. *Universidad Nueva Granada*. S.l.: s.n., pp. 8.

SAN BARTOLOME RAMOS, A.F., 1994. *Construcciones de albañilería - Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural* -. Perú: Pontificia Universidad Católica del Peru. ISBN 8483909650.

SANCHEZ DE GUZMÁN, D., 2001. *Tecnología del concreto y del mortero*. [en línea]. 2001. S.l.: BHANDAR EDITORES LTDA. Disponible en: <https://bit.ly/3g6oC91>.

SENCICO, 2010. Comentarios a la Norma Técnica de Edicación E . 070 Albañilería

Informe Final. [en línea], pp. 147. Disponible en:
<http://blog.pucp.edu.pe/blog/albanileria/>.

SEPULCRE AGUILAR, A., 2005. *Escuela Técnica Superior De Arquitectura*. S.l.: s.n.

SOTO ABANTO, E., 2021. No Title. *Tesisciencia* [en línea]. Disponible en:
<https://tesisciencia.com/2018/08/20/tesis-variables-dimensiones-indicadores/>.

TAMAYO, M.T., 2003. *El proceso de la Investigación científica*. S.l.: s.n. ISBN
9681858727.

USED VALLES, R.M., 2015. *Estudio y análisis de la utilización de la cal para el patrimonio arquitectónico* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en:
<https://riunet.upv.es:443/handle/10251/60200>.

VARGAS DÍAZ, L., 2016. *Determinación de propiedades mecánicas de la mampostería de adobe, ladrillo y piedra en edificaciones históricas peruanas*. [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/16571/GAMEZ_PULIDO_SERGIO_DISEÑO_4_GRUPOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y.