



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comportamiento mecánico del mortero con adición de caucho para muros
de albañilería confinada en San Juan de Lurigancho, Lima-2018.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR(ES):

Luis Alberto, La Barrera Grados.

Piero Giancarlo, Mesías Champi.

ASESOR:

Dra. María Ysabel García Álvarez

Mg. Luis Humberto Díaz Huiza

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2018

PÁGINA DEL JURADO

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 52 de 120

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **LA BARRERA GRADOS, LUIS ALBERTO**

Cuyo título es: **“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL MORTERO CON ADICIÓN DE CAUCHO PARA MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA-2018”**

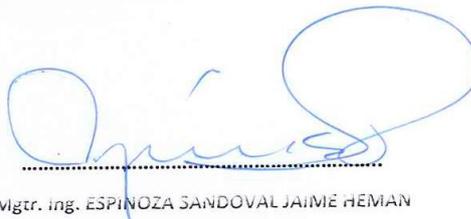
Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **12** (número) **DOCE** (letras).

Lima, San Juan de Lurigancho, 14 de Diciembre de 2018


.....

Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL

PRESIDENTE


.....

Mgtr. Ing. ESPINOZA SANDOVAL JAIME HEMAN

SECRETARIO


.....

Ing. DE LA CRUZ HERRERA ANDRES EDUARDO

VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

ACTA DE APROBACIÓN

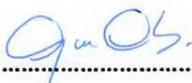
 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 66 de 120

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **MESIAS CHAMPI, PIERO GIANCARLO**

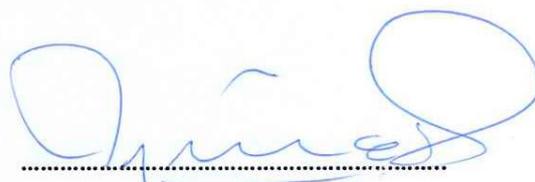
Cuyo título es: **“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL MORTERO CON ADICIÓN DE CAUCHO PARA MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA-2018”**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **12 (número) DOCE (letras)**.

Lima, San Juan de Lurigancho, 14 de Diciembre de 2018


.....
Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL

PRESIDENTE


.....
Mgtr. Ing. ESPINOZA SANDOVAL JAIME HEMAN

SECRETARIO


.....
Ing. DE LA CRUZ HERRERA ANDRES EDUARDO

VOCAL

DEDICATORIA

A Dios: por guiarme y estar conmigo en cada paso que doy, a mis padres que han podido guiarme y siempre me han apoyado para llegar a esta etapa de mis estudios, ya que siempre han estado allí motivándome y dándome consejos para que pueda cumplir mis sueños.

AGRADECIMIENTOS

A mi consejera Dra. María Ysabel García Alvares y al Mg. Luis Díaz Huiza quien nos orientó a lo largo de nuestra tesis para una adecuada elaboración de la misma.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo La Barrera Grados, Luis Alberto con DNI N° 42062815, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 5 de julio de 2019.



La Barrera Grados, Luis Alberto

42062815

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Piero Giancarlo Mesías Champi con DNI N° 43609015, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 5 de julio de 2019.



Mesías Champi, Piero Giancarlo

43609015

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Comportamiento mecánico del mortero con adición de caucho para muros de albañilería confinada en San Juan de Lurigancho, Lima – 2018” cuyo objetivo fue determinar el comportamiento del muro de albañilería utilizando mortero con caucho reciclado en San Juan de Lurigancho, Lima - 2018, y que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero civil. La investigación consta de seis capítulos. En el primer capítulo se explica el marco teórico y los conceptos relacionados a la tesis poniendo énfasis en la explicación para el procedimiento de la misma; en el segundo capítulo se explica la metodología de la investigación y los conceptos de los procedimientos y ensayos realizados para determinar el comportamiento del muro usando mortero con caucho reciclado que este dentro de los parámetros establecidos por la Norma E – 070, mediante el ensayo de pilas y muretes, en el tercer capítulo se detalla el resultado de los ensayos de laboratorio a las muestras construidas, constan de 6 pilas y 6 muretes. En el cuarto capítulo se explica la discusión de los resultados a través de los diferentes ensayos realizados. En el quinto capítulo se presenta en base al estudio desarrollado las conclusiones. En el sexto capítulo se detalla las recomendaciones en base a la metodología de estudio e investigación.



Piero Giancarlo Mesías Champi
DNI: 43609015



Luis Alberto La Barrera Grados
DNI: 42062815

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el comportamiento de muros de albañilería usando un mortero alternativo al convencional, el cual contiene un porcentaje de caucho reciclado en sustitución de la arena gruesa.

La albañilería confinada es el sistema constructivo más usado en nuestro país, la norma técnica peruana indica que con este sistema se debe construir las viviendas hasta un máximo de cinco pisos, y los materiales usados para su construcción de los muros son el ladrillo y el mortero, se analiza el comportamiento al usar mortero con caucho reciclado de neumáticos.

Mediante la utilización del caucho reciclado en la dosificación del mortero se pretende mitigar la contaminación del medio ambiente que producen los neumáticos fuera de uso, de esta manera brindar nuevos usos para este material que representa un problema al medio ambiente una vez culminada su vida útil.

A través de los ensayos realizados en los muretes y las pilas se pretende demostrar que la utilización del mortero con caucho reciclado en muros de albañilería confinada no reduce sustancialmente los lineamientos establecidos por la norma E 070 para el diseño de muros portante. Para demostrar esto se elaboraron tres pilas de y tres muretes de albañilería utilizando un mortero con 5% de caucho y otras tres pilas y tres muretes utilizando un mortero con 10% de caucho reciclado.

Palabras clave: Muro de albañilería, Medio Ambiente, Mortero con caucho, Pilas y muretes.

ABSTRACT

The objective of the present investigation is to determine the behavior of masonry walls using an alternative mortar to the conventional mortar, which contains a percentage of recycled rubber as fine aggregate.

The confined masonry is the most used building system in our country, the rule indicates that with this system you must build the houses up to a maximum of five floors, and the materials used for its construction of the walls are brick and mortar, analyze the behavior when using mortar with recycled tire rubber.

By using recycled rubber in the dosage of the mortar is to mitigate the environmental pollution produced by tires out of use, thus providing new uses for this material that represents a problem to the environment once its useful life is completed.

Through the tests carried out on the walls and piles, it is intended to demonstrate that the use of mortar with recycled rubber in confined masonry walls does not substantially reduce the requirements established by the E 070 standard for the design of load bearing walls. To demonstrate this, three piles of and three masonry walls were made using a mortar with 5% rubber and another three piles and three walls using a mortar with 10% recycled rubber.

Keywords: Masonry wall, Environment, Recycled tire, Mortar with rubber, Pilas and muretes.

ÍNDICE GENERAL

ACTA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	vi
PRESENTACIÓN	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE GENERAL	xi
Índice de tablas	xiv
Índice de figuras	xv
Índice de anexos	xvii
I. INTRODUCCIÓN	19
1.1 Realidad problemática	21
1.2 Trabajos previos	22
1.3 Teorías relacionadas al tema	27
1.3.1 Muro de albañilería confinada	27
1.3.2 Mortero de albañilería	28
1.3.3 Componentes del mortero	29
1.3.4 Propiedades del agregado fino	30
1.3.5 Agua para mortero	33
1.3.6 Cemento	34
1.3.7 Requisitos que debe cumplir el mortero de albañilería	36
1.3.8 Clasificación para fines estructurales según la Norma E - 070	37

1.3.9 Propiedades del mortero	37
1.3.10 Caucho	38
1.3.11 Neumáticos usados	39
1.4 Formulación del problema	41
1.4.1 Problema general.....	41
1.4.2 Problemas específicos	41
1.5.1 Justificación teórica.....	42
1.5.2 Justificación metodológica	42
1.5.3 Justificación tecnológica	42
1.5.4 Justificación económica.....	42
1.6 Hipótesis	43
1.6.1 Hipótesis general.....	43
1.6.2 Hipótesis específicas	43
1.7 Objetivos	43
1.7.1 Objetivo general.....	43
1.7.2 Objetivos específicos.....	43
II. MÉTODO	44
2.1 Diseño de la investigación	45
2.2 Variables de investigación	45
2.2.1 Variable dependiente.....	45
2.2.2 Variable independiente	45
2.3 Matriz de Operacionalización de las variables	46
2.4 Población y muestra	47
2.4.1 Población	47
2.4.2 Muestra	47
2.4.3 Muestreo	47

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	47
2.6 Métodos de análisis de datos	49
2.7 Aspectos éticos	49
III. RESULTADOS	50
3.1 Ensayo de los materiales para el diseño de mezcla de mortero 175 kg/cm ²	51
3.1.1 Granulometría del agregado fino	54
3.1.2 Peso específico y porcentaje de absorción	56
3.1.3 Peso unitario suelto y compactado	57
3.1.4 Contenido de humedad	59
3.2 Diseño de mezcla mortero $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	61
3.3 Unidades de albañilería	61
3.4 Construcción de las Pilas de albañilería	62
3.4 Ensayo a compresión axial en pilas de albañilería.	64
3.5 Construcción de los muretes de albañilería	69
3.6 Ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería	70
3.7 Ensayo de compresión del mortero con caucho.....	75
IV. DISCUSIÓN	82
V. CONCLUSIONES	85
VI. RECOMENDACIONES	88
VII. REFERENCIAS	90
ANEXOS	93

Índice de tablas

Tabla 1 Clase de ladrillos para fines estructurales.....	28
Tabla 2 Límites de granulometría para el agregado fino según las normas ASTM C-33...	29
Tabla 3 Procedimiento para el contenido de humedad NTP 339.185.....	32
Tabla 4 Características del agua para mortero y concreto.....	33
Tabla 5 Componentes químicos del cemento en porcentajes.	35
Tabla 6 Requerimientos de las especificaciones de propiedad	36
Tabla 7 Requerimientos de las especificaciones de proporción.	36
Tabla 8 Tipos de morteros y sus usos	37
Tabla 9 Granulometría del grano de caucho reciclado.....	41
Tabla 10 Matriz de Operacionalización de variables	46
Tabla 11. Pesos retenidos del caucho reciclado.....	52
Tabla 12 Porcentajes retenidos de la muestra de agregado fino	55
Tabla 13 Datos para obtención de peso específico y porcentaje de absorción.....	57
Tabla 14 Factores de corrección por edad.....	64
Tabla 15 Resultados en pilas de albañilería, mortero con 5% de caucho reciclado.	66
Tabla 16 Factores de corrección por esbeltez.....	66
Tabla 17 Resultado final de resistencia a la compresión en pilas mortero al 5% caucho ...	67
Tabla 18 Resultados en pilas de albañilería, mortero con 10% de caucho reciclado	68
Tabla 19 Resistencia a la compresión final pilas con mortero 10% de caucho.....	68
Tabla 20 Resultados del ensayo a compresión diagonal en muretes con mortero al 5% de caucho.	73
Tabla 21 Resultados de compresión diagonal en muretes con mortero de caucho al 10% 74	
Tabla 22 Resultados del ensayo a compresión mortero patrón.	79
Tabla 23 Resultados del ensayo a compresión en cubitos de mortero con adición de caucho 5%.	80
Tabla 24 Resultados del ensayo a compresión en cubitos de mortero con adición de caucho 10%.	81

Índice de figuras

Figura 1. Fórmula química del caucho natural. Fuente. (Saborido,2017).....	39
Figura 2. Arena gruesa y cemento Portland tipo I (Fuente: Elaboración propia).....	51
Figura 3. Grano de Caucho Reciclado (Fuente: Elaboración propia)	53
Figura 4. Zarandeador de agregado fino (Fuente: Elaboración propia).....	54
Figura 5. Curva Granulométrica del agregado fino (Fuente: LEM UNI)	55
Figura 6. Determinación de peso específico y porcentaje de absorción (Fuente: Elaboración propia)	56
Figura 7. Determinación de peso unitario suelto. (Fuente: Elaboración propia).....	58
Figura 8. Determinación de peso unitario compactado. (Fuente: Elaboración propia)	59
Figura 9. Determinación del contenido de humedad. (Fuente: Elaboración propia).....	60
Figura 10. Ladrillo para muro portante 18 huecos. (Fuente: Elaboración propia)	62
Figura 11. Mezcla de agregados con caucho. (Fuente: Elaboración propia)	63
Figura 12. Pilas de albañilería 5 unidades. (Fuente: Elaboración propia)	63
Figura 13. Ensayo a compresión axial. (Fuente: Elaboración propia).....	64
Figura 14. Tipos de fallas en pilas de albañilería. (Fuente: NTP 399.605).....	65
Figura 15. Resistencias en Pilas con mortero de 5% caucho reciclado. (Fuente: Elaboración propia)	67
Figura 16. Resistencias corregidas en Pilas con mortero de 10% caucho reciclado. (Fuente: Elaboración propia).....	69
Figura 17. Asentado de los muretes con mortero de 5% y 10% de caucho. (Fuente: Elaboración propia).....	70
Figura 18. Armado del equipo para ensayo de compresión diagonal. (Fuente: Elaboración propia)	71
Figura 19. Falla de corte en murete. (Fuente: Elaboración propia)	72
Figura 20. Resistencia al corte de muretes con mortero al 5% de caucho. (Fuente: Elaboración propia).....	74
Figura 21. Resistencia al corte de muretes con mortero con 10% de caucho. (Fuente: Elaboración propia).....	75
Figura 22. Cubitos de mortero con caucho al 5%. (Fuente: Elaboración propia)	76
Figura 23. Cubitos de mortero con caucho al 10%. (Fuente: Elaboración propia)	76

Figura 24. Equipo para ensayo a compresión en cubos de mortero (Fuente: Elaboración propia)	77
Figura 25. Cubo de mortero a compresión (Fuente: Elaboración propia).....	78
Figura 26. Rotura del mortero a compresión (Fuente: Elaboración propia)	78
Figura 27. Resistencia a compresión del mortero patrón (Fuente: Elaboración propia)	79
Figura 28. Resistencia a compresión del mortero con 5% caucho (Fuente: Elaboración propia)	80
Figura 29. Resistencia a compresión del mortero con 10% de caucho reciclado (Fuente: Elaboración propia).....	81

Índice de anexos

Anexo 1 Matriz de consistencia	94
Anexo 2 Instrumento de recolección de datos (granulometría).....	95
Anexo 3 Instrumento de recolección de datos (peso específico)	96
Anexo 4 Instrumento de recolección de datos (peso unitario)	97
Anexo 5 Informe del Diseño de mezcla de mortero (Hoja 1)	98
Anexo 6 Informe del Diseño de mezcla (Hoja 2).....	99
Anexo 7 Informe del Diseño de mezcla (Hoja 3).....	100
Anexo 8 Informe de Resistencia a compresión del mortero patrón.....	101
Anexo 9 Análisis granulométrico del caucho reciclado	102
Anexo 10 Informe resistencia a compresión del mortero al 5% de caucho reciclado	103
Anexo 11 Informe de resistencia a compresión del mortero con 10% de caucho reciclado	104
Anexo 12 Informe de laboratorio, ensayo a compresión axial en pilas de albañilería, mortero con 5% de caucho reciclado	105
Anexo 13 Informe de laboratorio, resistencia a compresión axial en pilas de albañilería con mortero al 10% de caucho reciclado	106
Anexo 14 Informe de laboratorio, resistencia a compresión diagonal con mortero al 5% de caucho reciclado	107
Anexo 15 Informe de laboratorio, resistencia al corte en muretes con mortero al 10% de caucho reciclado	108
Anexo 16 Especificaciones Técnicas ladrillo KK 18 huecos.....	109
Anexo 17 Certificación de calidad ISO 9001 del LEM-UNI.....	110
Anexo 18 Calibración Equipo compresión uniaxial ELE (Hoja 1)	111
Anexo 19 Calibración Equipo compresión uniaxial ELE (Hoja2)	112
Anexo 20 Calibración equipo para compresión axial en pilas (Hoja 1)	113
Anexo 21 Calibración equipo para compresión axial en pilas (Hoja 2)	114
Anexo 22 Calibración equipo para compresión axial en pilas(Hoja 3)	115
Anexo 23 Calibración equipo para compresión axial en pilas (hoja 4)	116
Anexo 24 Certificado calibración para ensayo a compresión de mortero con caucho (Hoja 1).....	117

Anexo 25 Certificado calibración para ensayo a compresión de mortero con caucho (Hoja 2).....	118
Anexo 26 Certificado de calibración para ensayo a compresión de mortero con caucho (Hoja 3)	119
Anexo 27 Certificado de calibración para ensayo a compresión en mortero con caucho (Hoja 4)	120
Anexo 28 Mezclado de mortero patrón.	121
Anexo 29 Determinación de la fluidez mortero patrón.	121
Anexo 30 Preparación de los moldes para el mortero	122
Anexo 31 fraguado de los moldes para encontrar la relación a/c apropiada para $F'c = 175$ kg/cm ²	122
Anexo 32 Mezclado de agregados para el mortero con caucho reciclado.	123
Anexo 33 Construcción de muretes con mortero de caucho reciclado.....	123
Anexo 34 Verificación de que el murete este a nivel.	124
Anexo 35 Muretes y pilas terminados	124
Anexo 36 Curado de los cubitos de mortero con caucho.....	125
Anexo 37 Refrentado de pilas	125
Anexo 38 Traslado de especímenes al laboratorio	126
Anexo 39 Falla a compresión el pilas	126
Anexo 40 Turnitin.....	129

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú el método constructivo comúnmente utilizado es la albañilería confinada, el cual se compone por muros confinados compuestos por ladrillos de arcilla, asentados con mortero, columnas de amarre, cimientos y vigas soleras (Alarcón, 2012).

Uno de los principales componentes de la albañilería confinada, pero que a veces no se le toma mucha importancia es el mortero de albañilería, que sirve para la unión de ladrillos en el levantamiento de muros de carga y muros no portantes, el cual está compuesto en mayor proporción por arena gruesa, para la obtención de estas materias primas se genera un impacto ambiental a través de la explotación de canteras generando afectaciones ambientales y paisajísticas.

Sin embargo, la explotación de estos recursos no son los problemas principales de la contaminación, sino que existe otro problema de los residuos sólidos como son los neumáticos fuera de uso, el cual aumenta constantemente con la crecida del parque automotor (Cabanillas, 2017).

Considerando las situaciones anteriores como es la demanda de insumos y agregados para la construcción de viviendas de albañilería confinada y la generación constante de neumáticos fuera de uso, se plantea la reutilización del caucho de los neumáticos reciclados como sustituto parcial del agregado de este componente de la albañilería confinada, el mortero, presentándose como una alternativa para contribuir al beneficio ambiental para la comunidad.

Por estos motivos el enfoque de este trabajo de investigación es estudiar el comportamiento mecánico de los muros de carga o portantes como se conoce comúnmente de albañilería confinada por medios de ensayos de pilas y muretes el cual nos dan la magnitud de resistencia a compresión axial y compresión diagonal, estas muestras para ser ensayadas se construyeron con mortero sustituyendo caucho reciclado de neumáticos en dos porcentajes de 5% y 10%.

1.1 Realidad problemática

A nivel global el manejo de residuos sólidos es una problemática, uno de los tantos residuos sólidos que más problemas traen para su almacenamiento son los neumáticos o llantas que quedan en desuso, esto debido a la dificultad para compactarlos y el demasiado tiempo que tarde en degradarse que en promedio pueden durar más de 1000 años (Swaneck, 2011).

Un estudio realizado por (Sputnik, 2018), muestra que los países con más autos por cada mil personas es los Estados Unidos con 965 autos por cada mil habitantes, este estudio incluye las motocicletas, de acuerdo a este estudio entonces el número de llantas en desuso sería 4 veces más, generando un grave problema al medioambiente y al bienestar de las personas.

En el Perú se estima que en el 2011 se acumuló 5.04 millones de toneladas por año de neumáticos en desuso y en el 2012 se generó 4.68 millones de toneladas por año de neumáticos en desuso, de los cuales el cusco generó 160 mil toneladas por año en el 2012 (Suárez & Mujica, 2016).

Otro estudio realizado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, estima que al año 2016 el parque automotor en el Perú cuenta con un total de 2'661,719 unidades y de este total el departamento de Lima concentra el 66% de las unidades, esto originando un problema a los rellenos sanitarios, al desechar las llantas fuera de uso. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

Debido a esta problemática global existen variedad de iniciativas para mitigar este impacto, las llantas usadas se usan para diversos sectores, fabricando alfombras, suelos de atletismo, aislante de vehículos, otro de los sectores es la construcción, donde las llantas usadas se utilizan para la sustitución de agregados y así mitigar el impacto al medio ambiente al explotar las canteras. (Plazas y Gamba, 2015 p. 12)

Sin embargo, este número de aplicaciones para el reciclado no es necesario para cubrir la cantidad de llantas que se genera a diario, por esta razón se busca nuevas opciones para su reciclado, en este caso para el uso como agregado en la construcción de muros portantes.

Por este motivo es que se realiza la presente tesis, para contribuir con la ingeniería y el medioambiente, "Comportamiento mecánico del mortero con adición de caucho para muros de albañilería confinada, en San Juan de Lurigancho, Lima-2018"

1.2 Trabajos previos

En la ciudad de Lima, los tesis de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Araoz y Velezmore, (2012) en su tesis titulada Reforzamiento de viviendas existentes construidas con muros confinados hechos con ladrillos pandereta - segunda etapa. Su principal objetivo fue examinar una medida premonitoria para evitar la falla sísmica en viviendas de ladrillo pandereta en sus divisiones, a través del reforzamiento con malla electro soldada y a la vez tarrajeo con mortero, a través del ensayo de pilas y muretes. El autor concluye que el valor de resistencia a la compresión de la albañilería confinada ($f'_m = 24 \text{ kg/cm}^2$) resultó bastante baja y las pilas presentaron un comportamiento extremadamente frágil, razones por las cuales el uso del ladrillo pandereta en el levantamiento de muros de carga o portantes presentaba una gran inseguridad. Quedo expuesto entonces que, debido a su poca resistencia a la compresión y comportamiento muy frágil, es importante que el ladrillo pandereta esté prohibido para el levantamiento de muros de carga en zonas establecidas de sismicidad elevada.

Para Alarcón (2017), en su tesis titulada Comportamiento estructural en muros de albañilería confinada compuesto por ladrillos de arcilla fabricados en Huancayo - Concepción – 2016. El objetivo general fue conocer las características técnicas de las unidades de albañilería de arcilla, fabricadas en el anexo de Palian y distrito de Quilcas, utilizadas en la construcción de edificios de Huancayo y Concepción establecida según el reglamento E070, la hipótesis que tuvo el autor fue que los muros construidos de albañilería confinada hechos por ladrillos de arcilla elaborados en el distrito de Quilcas, y anexo de Palian poseen un deficiente comportamiento estructural en edificaciones de 5 pisos. En conclusión, el autor establece que según el análisis realizado a la estructura los muros de albañilería confinada compuestos por ladrillos de arcilla elaborados en el anexo de Palian y distrito de Quilcas, tienen un mal comportamiento estructural en edificaciones de 5 pisos, ante sismo moderado presenta fallas de corte por agrietamiento en los 4 pisos, por lo que es deficiente el comportamiento estructural. Según la evaluación de los ensayos clasificatorios de unidades de albañilería las características técnicas de las unidades de albañilería fabricadas en hornos del anexo de Palian y distrito Quilcas poseen calidad baja al clasificarse como ladrillo clase II y ladrillo clase I según los parámetros de la NTP E070.

Luna (2013), tesista de la Universidad Politécnica Salesiana en su tesis para la consecución del título de ingeniero mecánico, titulada Estudio de la aplicación potencial de compuestos obtenidos con residuos de caucho reciclado provenientes de continental Tire Andina Como materiales estructurales. Su objetivo fue brindar aislamiento acústico y aislamiento térmico, así como también brindar una vista agradable a los ambientes en los cuales vienen aplicándose, en contraste, los muros no son diseñados para resistir cargas de gran valor, por más que se asigne la tarea de reforzar el interior de la estructura de una edificación. El autor concluye que la mampostería brinda beneficios excelentes en construcción, por su beneficio y aprovechamiento en costos y rápida instalación, se aplica en la división de ambientes y debe poseer propiedades de aislamiento, tanto térmico como acústico, los agregados adicionales a la mezcla aplicada en los muros, no son totalmente efectivos para la optimización de estas propiedades por lo cual es adecuado la agregación de compuestos adicionales en proporciones específicas.

En el siguiente trabajo de Tesis denominado “Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado” en la UNC (Universidad Nacional de Cajamarca). este trabajo de investigación tuvo como objetivo principal definir el comportamiento mecánico del concreto hidráulico con el reemplazo de granos de caucho reutilizado (llantas recicladas), también analizar la influencia en las propiedades físicas, usando una metodología aplicada y un diseño experimental logra obtener los siguientes resultados, las cantidades de caucho reciclado con una granulometría bien graduada con una M: F de 3.70 fueron 10%, 15% y 20% con relación al volumen del agregado fino en una mezcla de concreto homogénea se diseñó con una magnitud de resistencia a compresión de 210 kg / cm². Al finalizar la investigación se deduce las mencionadas conclusiones, la disminución en porcentaje en la resistencia a la compresión obtenida después de 28 días, del concreto diseñado con reemplazo del 10% del agregado fino por granos de caucho reciclado es del 8.47% con respecto al concreto estándar, el concreto diseñado con un reemplazo del 15% del agregado fino por granos de caucho reciclado es 38.15% con respecto al concreto estándar y el concreto diseñado con un reemplazo del 20% del agregado fino para partículas de caucho reciclado es 46.13% con respecto al concreto estándar. El valor de la resistencia a compresión del concreto estándar presenta una desviación estándar a los 28 días de 1.68 kg / cm² con un coeficiente de variación de 0.80%; La desviación estándar de la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo del 10% del agregado fino por granos de caucho reciclado a los 28 días es de 6.89 kg / cm² con un coeficiente de variación del 3.59%; La

desviación estándar de la resistencia a compresión del concreto con un reemplazo del 15% del agregado fino por granos de neumáticos reciclados a los 28 días es de 4.59 kg / cm² con un coeficiente de variación del 3.55% y la desviación estándar del valor de resistencia a compresión del concreto con sustitución del 20% del agregado fino por granos de neumáticos reciclados a los 28 días es de 5,92 kg / cm² con un coeficiente de variación del 5,25% (Cabanillas, 2017)

En la provincia de Huancavelica en la Tesis de grado el cual lleva como título Diseño de mezcla del concreto para la elaboración de adoquines con material reciclado de neumáticos en la provincia de Huancavelica, fijaron como principal objetivo analizar la influencia, sobre los adoquines, del material reciclado de las llantas fuera de uso en la magnitud de la resistencia a compresión y tensión en el diseño de la mezcla del concreto, los tesisistas usando un tipo de investigación aplicado y el diseño de investigación pre-experimental, luego de las investigaciones realizadas llega a la conclusiones, que el uso del polvo de neumáticos es factible utilizar hasta en un 25% de tamaño aleatorio, debido a que no modifican notoriamente las propiedades mecánicas del concreto, además el caucho lo vuelve menos pesado y a la vez disminuye los efectos negativos que ocasionan al medioambiente, no es recomendable la utilización de estos adoquines en calzadas vehiculares debido al menor valor en la resistencia a compresión, luego de los ensayos realizados, en el laboratorio, a la mezcla seca bajo las normas ASTM el contenido de aire aumenta gracias a la inclusión del polvo de llantas, el autor recomienda el uso de estos adoquines con polvo de caucho para calles peatonales, parques y en ambientes que no presenten pesos de vehiculos (Ledezma y Yauri, 2018).

Del mismo modo el bachiller (Meza, 2004) en su tesis de grado titulada estudio de mortero de mediana a baja resistencia de cemento, con adición de cal aérea, propone la reincorporación de la cal aérea o cal ordinaria, buscando características en contraste con el mortero inicial o patrón que es de cemento, arena y agua. Con esta investigación del tipo experimental y del tipo aplicada pretende encontrar el tipo de proporciones a utilizar en los diferentes usos que se da al mortero de albañilería en obras civiles. Se experimentó con seis clases de morteros en proporciones diferentes de cal aérea y cemento, pero todos estos en la proporción de uno para el material aglomerante y de tres para la arena en volumen, los ensayos se llevaron de acuerdo a las normas ASTM en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la UNI (universidad nacional de ingeniería). Luego de los ensayos el tesisista

llego a las conclusiones de que la cal aérea es un tipo de aglomerante ecológico que posee un comportamiento mecánico armónico con respecto al de otros materiales como la piedra azulejos etc. los morteros adicionados con cal aérea no generan sales nocivas y además no es necesario el uso de aditivos plastificantes, otra propiedad es que aumentan su trabajabilidad y disminuye su peso unitario logrando morteros livianos, el mortero adicionando cal en un 25% mejora sus propiedades mecánicas tales como son la resistencia a la compresión, tracción y flexión. En los morteros con adición de cal aérea disminuye la propiedad de permeabilidad, los morteros con sustitución del 25% de cemento por cal obtienen una óptima adherencia inicial y a la vez estos morteros presentan mayor resistencia a los sulfatos y soluciones contaminadas que puede presentar el medioambiente o el terreno.

En el siguiente estudio de investigación cuyo título es análisis técnico-económico del uso de caucho reciclado como reemplazo de arenas en morteros se realizado en la universidad Andrés bello en Santiago de Chile. En el cual el objetivo principal es realizar un análisis técnico económico usando el caucho como reemplazo parcial del agregado en los morteros donde tuvieron que hacer diferentes ensayos, uno de ellos es el análisis a compresión del mortero reemplazando la arena por el caucho en los porcentajes de; 0%, 5%, 10%, 15% y 20%. En mortero sobre losa, revestimiento y albañilería. Donde utilizaron; granulometría de caucho grueso G-5 de 3.5 a 5 mm, cemento clase Portland Puzolanico de alta resistencia según la NCh148, Árido fino que filtra por la malla de abertura 4,75 mm y es retenido en el tamiz de 0,075 mm NCh163, 2013 y Árido grueso retenido en la malla de abertura de 4,75 mm. Donde se hicieron el ensayo a 7 y 28 días según la norma chilena, obteniendo como resultado que el caucho solo se puede reutilizar en morteros hasta un 5% porque pasado a ese rango comienza a fallar parcialmente, este nos lleva a decir que el paste del caucho no cohesiona con el cemento por eso la mezcla no trabaja de forma homogénea. Pero en los ensayos de adherencia, mayormente falla por cohesión entre partículas no por fractura debido al bajo nivel de cohesión generado por el caucho (Saborido, 2017).

El trabajo realizado de Estudio del efecto del tamaño de grano y del tratamiento superficial mecánico del polvo de neumáticos fuera de uso en las propiedades físicas y mecánicas de los materiales de base cemento y morteros se realizó en la universidad politécnica de Cataluña. Al ser utilizado como un sustituto parcial de los áridos del mortero solo ha reemplazado con proporciones bajas. 0,6mm, de caucho reemplazos del 5%, 10% y 15% del volumen del agregado de mortero de albañilería. 0,6 mm caucho – 2 mm,

reemplazos del 5%, 10% y 15% del volumen del árido del mortero. <0,8 mm caucho anteriormente tratado, reemplazos del 5%, 10% y 15% del volumen del árido del mortero. Uno de los ensayos que realizaron es el ensayo a la compresión donde utilizaron una probeta de 4x4x16 cm donde utilizaron la misma probeta para compresión y flexión, como resultado se llegó a una resistencia máxima de 48 Mph, con el 5 % de caucho, como conclusión podemos decir que solo es posible trabajar con el 5% de caucho porque a más porcentaje comienza a fallar notoriamente la resistencia a la compresión, los resultados son iguales tanto como el caucho tratado o no tratado (Guerrero, 2014).

(Bustamante, Mayor, Rangel y Hernández, 2008) en este presente trabajo de investigación con el tema Propiedades térmicas, acústicas y mecánicas de placas de mortero caucho-cemento en la Universidad Politécnica de Madrid en el cual el objetivo principal es analizar los resultado de la elaboración de las losas de mortero de meta caolín y cemento , que añaden volúmenes de caucho en polvo triturado de llantas desechados, hasta sobrepasar el 30% del volumen final, con una metodología aplicada la arena será reemplazada por caucho de neumático fuera de uso, en la fabricación de losa con dimensiones 50x25x2 cm³ y en piezas de prueba de 4x4x16 cm³ donde se determinarán sus primordiales propiedades mecánicas, físicas, acústicas, y térmicas, así como la prueba de compresión y flexión, la prueba se realizó con un cemento de tipo II común, polvo de caucho nominal de 0-1 mm y arena de sílice de 0-2 mm, meta caolín y ADVA flow 410 superplasticizer. El porcentaje de caucho agregado es 0%, 7%, 10% y 12% de incorporación de caucho. Los resultados mostrados en la investigación indica el aligeramiento del mortero, sin embargo, no alcanza el peso específico normalizado de 1.3 g/cm³ para denominarlo mortero ligero, en otro ensayo, el de absorción, el coeficiente de absorción se eleva al tamaño que se incrementa el contenido de caucho. Respecto a las propiedades térmicas en el mortero con adición de caucho, la adición con partículas de caucho disminuye la capacidad térmica de calor de la losa con mortero, en conclusión: este método de prueba de pequeña escala se demostró que proporciona información apta para obtener el comportamiento acústico y térmico de las placas diseñadas. La incorporación de caucho a los morteros con cemento no aumenta su capacidad para reducir el sonido en el aire. al contrario, lo hace permeables al sonido. Los morteros de cemento con caucho tienen más oposición a la transmisión de ruido que los impactos, lo que los hace adecuados para capas de compresión y soleras en pisos de particiones horizontales en edificaciones. La incorporación de polvo de hule NFU aumenta su capacidad de

aislamiento térmico de calor, haciéndolos adecuado como materiales de mortero y revestimiento de mampostería para mejorar el aislamiento de impacto y térmico.

(Gualdrón, 2011), Estudio de las características de los morteros con adiciones de los neumáticos fuera de uso (NFUS). Su principal objetivo es el comportamiento de la introducción del caucho de neumático fuera de uso en los morteros, una de las diferentes pruebas es la prueba de compresión para la cual se utiliza una pieza de prueba de 4x4x16 cm³, donde el material granular utilizado de la goma de caucho de neumático procede de un procesamiento de pulverización mecánica., empleando tres diferencias: 1 de 2 a 4 mm, 2 de 0,6 a 2 mm y de 3 a 0,6 mm en polvo. Donde reemplazaron el caucho por agregados en un 25%, 50% y 75%. Donde se llegó a la conclusión respecto a la compresión, los cilindros de prueba que ofrecen mayor resistencia, son las que se reemplazaron un 25% de arena por caucho reciclado y, en resumen, el reemplazo del caucho de neumático no ofrece ninguna característica al mortero que permita resistir la fuerza a compresión.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Muro de albañilería confinada

Los muros portantes son la estructura de la albañilería confinada que es diseñadas y construidas para soportar cargas axiales provenientes de los componentes apoyados sobre él, también son diseñadas para soportar cargas laterales provenientes de los sismos, para que soporten las cargas sísmicas estos muros portantes deben estar arriostrados por los refuerzos verticales y refuerzos horizontales que son las columnas y vigas soleras respectivamente, estos elementos son de concreto reforzado y lo diferencian de la albañilería simple con la albañilería confinada.

Unidad de albañilería

La unidad de albañilería o ladrillo para la construcción en muros estructurales contarán con las siguientes características y propiedades de acuerdo a la NTP E 070.

Espesor efectivo para muros portantes

Por recomendación de la norma E 070 el espesor efectivo denominado “t” mínimo es:

$$t \geq \frac{h}{20} ; \text{ en zonas sísmicas 2 y 3}$$

$$t \geq \frac{h}{25} ; \text{ en zona sísmica 1}$$

Donde se define “h” es la altura libre entre las vigas de amarre o la altura efectiva.

Se considera como muro portante confinados aquellos que cumplan con las siguientes características.

- El muro debe quedar arriostrado en sus cuatro lados por los elementos de concreto reforzado como vigas soleras y columnas, se acepta los cimientos de concreto como elemento de confinamiento horizontal en la situación de muros en la primera planta.
- La máxima distancia permitida entre centro a centro de columnas de arrioste será dos veces la medida entre las vigas de refuerzo y estos no deben ser mayor a 5m.
- Se debe utilizar ladrillos de acuerdo a la tabla 1.
- Los elementos de confinamiento de concreto armado deberán poseer una resistencia a compresión mayor o igual a 175 kg/cm²

Tabla 1

Clase de ladrillos para fines estructurales

Clase	Variación de la dimensión			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia característica a compresión (kg/cm ²)
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Mas de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	50
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	70
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	95
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	130
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	180
Bloque P	± 4	± 3	± 2	4	50
Bloque NP	± 7	± 6	± 4	8	20

Fuente: Norma E – 070.

De acuerdo a la tabla 1 se escogió el ladrillo tipo IV para el desarrollo del proyecto.

1.3.2 Mortero de albañilería

El mortero es una mezcla uniforme entre cemento, arena y agua, en ocasiones suele agregarse aditivo líquido para mejorar sus propiedades.

Tiene como función primordial adherir el ladrillo en las diferentes filas del muro, para perfeccionar la discontinuidad geométrica de la altura que está teniendo, también sellar las juntas para que la humedad y el aire no penetren. También es importante la resistencia de compresión porque cumple función de resistencia en muros de albañilería confinada de carga vertical.

Una definición de la Norma E-070 del RNE, menciona que el mortero está compuesto por la combinación de áridos y aglomerante de los cuales se añadirá la porción de líquido para que brinde una mezcla con buena Trabajabilidad, adhesión, sin separación del agregado. Para su preparación del mortero para la albañilería, se tomará en cuenta lo mencionado en la Normas (NTP 399.607 y 399.610).

Una definición del mortero es; la combinación de un material aglomerante, agregado y agua sirve como elemento adhesivo para juntar los ladrillos y esta manera formar una mampostería duradero y resistente, en acabados, cimientos y otros usos (Meza, 2004).

1.3.3 Componentes del mortero

Agregado fino

Los agregados finos según la NTP, es un material granular que filtra la malla N°4 hasta la malla N°200, puede clasificarse como arena natural, de canto rodado o una combinación, se conoce como módulo de fineza si es menor que 2.3 se le considera como arena fina, si el patrón de fineza es mayor a 3.1 se le denomina arenilla gruesa y si el patrón de fineza está incluido entre 2.3 y 3.1 se considera una arena mediana. (Ledezma y Yauri, 2018, p42).

Tabla 2

Límites de granulometría para el agregado fino según las normas ASTM C-33

Granulometría para la arena gruesa	
Malla ASTM	% Que pasa
N° 4 (4.75mm)	95 a 100
N° 8 (2.36mm)	80 a 100
N° 16 (1.18mm)	50 a 85
N° 30 (0.60mm)	25 a 60
N° 50 (0.30mm)	10 a 30
N° 100 (0.15mm)	2 a 15
N° 200 (0.075mm)	Menos de 2

Fuente: Elaboración propia, según ASTM C-33

Además, se debe tener en cuenta las siguientes condiciones:

- El MF (módulo de fineza) debe estar en el rango de 1,6 y 2,5.
- No debe quedar más del 50% de arena en dos tamices consecutivos.
- El máximo porcentaje de partículas quebradizas debe ser: 1% en peso.
- No se debe usar arenilla de mar.

1.3.4 Propiedades del agregado fino

Granulometría y módulo de fineza del agregado fino

De acuerdo con esta Norma Técnica Peruana 400.011, una definición de agregado fino al agregado que proviene de la degradación artificial o natural de las rocas, que debe pasar la malla de 3/8" y se retiene en la malla N° 200, también debe cumplir con el límite establecido por la NTP 400.037 y ASTM C-33-99.

Se denomina también como análisis mecánico y se refiere a analizar la dispersión por tamaño de las partículas del agregado (Burgos, 2012).

Este ensayo tiene la finalidad de obtener una distribución adecuada del agregado fino, en respecto a distintos tamaños de partículas. El tipo de mallas que son utilizados para la determinación de la graduación del agregado fino son los No 4, 8, 16, 30, 50 y 100. El compuesto no debe conservar una cantidad mayor al 45% entre los dos tamices adyacentes cualquiera. La malla más adecuada para el agregado fino, está en función al uso que se le da. La proporción del agregado fino que pasa las mallas No 50 y No 100, afectan directamente la trabajabilidad y textura superficial. la facilidad para lograr buenos acabados y la exudación del mortero, Se contempla que filtre la malla No 50 del 10% hasta el 30%, cuando el colado es relativamente sencillo o cuando los acabados son realizados automáticamente, por ejemplo, en pavimentos. No obstante, se requiere el acabado con una textura superficial arenoso en piso, con el acabado realizado a mano, se utilizará un material fino que pase por lo menos el 15% por la malla No 50 y 30 o por el tamiz No 100.

Módulo de fineza (NTP 400.012)

Indica el índice de finura que tiene el agregado, tiene un valor adicional que señala el diámetro del promedio aumentado para los agregados.

La medida del agregado fino se determina en base a la granulometría para el agregado fino, el resultado se calcula por medio de la adición de porcentajes acumulados en los

agregados que quedan retenidos en las mallas, todo dividiéndolo entre 100 como se muestra en la siguiente formula, Burgos (2012).

$$MF(\text{agregado fino}) = \frac{N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100}{100}$$

Peso específico

El peso propio del agregado es la proporción de peso seco de los granos del agregado fino respecto al peso de dimensión igual de agua, esta proporción será expresada en gr/cm³. El peso propio se expresa como la densidad según el Sistema Internacional y es usado para la realización de cálculos para diseño y control de mezcla. El peso propio también sirve como un indicativo de la calidad para agregados que se usa en la elaboración de mortero. Si el peso propio es relativamente bajo, mayormente se relaciona con el agregado débil y absorbente, en caso de ser un peso propio elevado, corresponde al agregado de óptima calidad, por tal motivo es importante determinar esta propiedad para el agregado.

Peso propio de pasta: es la proporción entre una masa de agregado y un volumen total de este, en esta relación se incluyen los orificios permeables, impermeables naturales del material.

Se determina de la siguiente manera:

$$Pe = A / (V - W)$$

Pe = Peso específico de masa.

A = Peso de muestra de agregado fino seco

V = Volumen de la fiola vacía en centímetros cúbicos.

W = Peso en gramos del agua que se agrega.

La relación entre el peso obtenido del agregado saturado seco superficialmente y su volumen se denomina peso específico de una masa saturada superficialmente seca.

Se obtiene del siguiente modo:

$$Pes = 500 / (V - W)$$

Pes = Peso específico del material saturado superficialmente seco.

La relación entre el peso de la masa y el volumen impermeable es el peso específico aparente.

Se calcula de la manera siguiente:

$$Pe_a = A/[V-W] - (500-A)$$

Pe_a = Peso específico aparente.

Peso unitario suelto y compactado

El peso del módulo unitario suelto del agregado, es la relación que existe entre el compuesto colocado suavemente en un recipiente con volumen ya definido, hasta el nivel del envase, se iguala con un pedazo de barra de acero liso de 5/8", este valor se manifiesta en kg/m³.

Del mismo modo el peso del módulo unitario compactado se determina colocando 3 capas de agregado en el recipiente de volumen conocido, cada capa se debe espesar con la varilla de acero de 5/8" con 25 impactos por capa, este valor se expresa en Kg/m³.

Contenido de humedad del agregado fino

El volumen de saturación viene a ser una propiedad donde se determina la proporción de agua que abarca el agregado en su estado normal, ya que el líquido que permanece en el agregado en estado regular igualmente influye significativamente al diseño de mezcla, es por eso, que se hace una corrección al realizar un diseño de la mezcla, así como influye en la consistencia y consolidación.

El procedimiento para definir el volumen de humedad de acuerdo a la NTP 339.185 es el siguiente.

1°) Se pesa 500 gr. Del agregado fino en estado natural e inmediatamente se lleva al horno por un tiempo mínimo de 24 horas, para conseguir el peso evaporado del espécimen.

2°) Luego que la muestra permanezca un mínimo de 24 horas se saca del horno y se pesa el contenido, la diferencia de pesos entre el estado natural y seco, se multiplica por 100% dando el volumen de humedad del espécimen.

En la siguiente tabla se resume el procedimiento:

Tabla 3*Procedimiento para el contenido de humedad NTP 339.185*

Contenido de humedad		
Descripción	Peso	Unidad
Muestra en estado natural (Wn)-----(1)	Wn	gr.
Muestra en estado seco (Ws)-----(2)	Ws	gr.
$((1)-(2))/(1)*100 = \text{Contenido de humedad}$	$((Wn-Ws)/Wn)*100$	%

Fuente: Elaboración propia

1.3.5 Agua para mortero

El líquido usado en mezcla y curado del mortero debe cumplir con las características de la NTP 334.088 y ser, por precaución siempre limpia.

El líquido siempre deberá estar limpio y libre de manchas. La cantidad de líquido para el mortero tiene una función principalmente que es de consistencia para el asentado de los ladrillos; una vez que los ladrillos entren en contacto con el mortero, el líquido empieza a reducirse en cantidad exigido por la aspiración de la misma y también por la evaporación. (Meza,2004 p33).

De ninguna manera se debe usar líquidos carbonatadas ni calcáreas ni minerales, líquido proveniente de relaves mineros, líquido con residuo industriales, aguas con un contenido de sales y sulfatos superior a 1%, líquido que contengan materia orgánica, humus o descargas de desagües, aguas con contenido de azúcares o sus derivados. (NTP 334.088).

Tabla 4*Características del agua para mortero y concreto.*

Máximos permisibles de sustancias químicas nocivas en el agua para mortero y concreto	
Sustancias químicas	Máximos permisibles
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales soluble total	1500 ppm
Ph	mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: NTP 334.088

1.3.6 Cemento

Según la Norma Técnica Peruana 334.009 (2013), el cemento hidráulico es aquel derivado de la trituración del Clinker, formado principalmente por minerales de silicatos de calcio hidráulico y que poseen mayormente sulfato de calcio.

El cemento tiene propiedades adhesivas y cohesivas, por eso se le denomina también, aglomerantes, tiene la propiedad de aglutinar los agregados para formar morteros y concretos, los morteros y concretos elaborados con cemento portland, alcanzan su resistencia máxima a los 28 días de curados, posterior a ese tiempo siguen superando resistencia a un menor ritmo.

Clasificación del cemento portland

La ASTM (American Society For Testing And Materials) clasifica a los cementos portland en cinco tipos.

Tipo I. Es el más conocido y utilizado generalmente en construcciones de uso general.

Tipo II. Es un cemento alterado, posee poco calor de hidratación en referencia al tipo I, se usa generalmente cuando se desea obtener resistencia a los sulfatos moderadamente.

Tipo III. Este cemento posee la característica del fraguado rápido, quiere decir que alcanza altas resistencias iniciales casi el doble que el cemento tipo I, posee un calor de hidratación alto.

Tipo IV. Este cemento posee poco calor de hidratación, produce morteros y concretos usados en estructuras de gran tamaño.

Tipo V. Estos cementos se usan cuando las construcciones van a estar expuesta a grandes cantidades de Sulfatos.

Adicionalmente si se requiere otro tipo de cemento, existen diferentes alternativas como los aditivos cuya tarea es modificar las propiedades del cemento tipo I a las condiciones requeridas Ledezma y Yauri, (2018).

Componentes del cemento

Los cementos están dentro de la categoría de materia llamados aglomerante en cimentación, como el yeso y la cal (no hidráulicos), el cemento se fortalece en poco tiempo y logra altos valores de consistencia debido a la reacción de la combinación cal-sílice.

El principal componente de los cementos es la cal, otro componente en menor proporción es la sílice seguido de la alúmina y en menor proporción aun es el óxido de hierro.

Tabla 5
Componentes químicos del cemento en porcentajes.

Análisis químico del cemento		
fórmula química	nombre	cantidad
CaO	Cal	63%
SiO ₂	Sílice	20%
Al ₂ O ₃	Alumina	7%
Fe ₂ O ₃	Óxido de hierro	3%
MgO	Óxido de magnesio	1.50%
K ₂ O+Na ₂ O	Álcalis	1%
Pérdida por calcinación		2%
Residuo insoluble		0.50%
SO ₃	Anhídrido sulfúrico	2%
CaO	Cal libre	0%

Fuente: Meza (2004)

Normalización

INDECOPI a través de un comité especializado en Cemento, elaboró un conjunto de Normas Técnicas que se mencionan:

- Cementos, Definiciones y Nomenclatura NTP 334.001.
- Cementos Métodos para la determinación de la finura expresada por la superficie específica (Biaine) NTP 334.002.
- Cementos. Procedimiento para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica. NTP 334.003
- Cementos. Método de determinación del peso específico NTP 334.005.
- Cementos. Método de determinación de la resistencia normal y fraguado NTP334.006.

- Cementos. Determinación del calor de hidratación NTP 334.064
- Cemento. Resistencia a la compresión y tracción NTP 334.051.
- Cementos. Estabilización de volumen NTP 334.05

1.3.7 Requisitos que debe cumplir el mortero de albañilería

Los requisitos principales es que el agregado este bien gradado con parte grande y pequeño, la mezcla del cemento debe envolver por completo cada partícula. Si el agregado contiene sólo partículas finas, se usará más mezcla, aumentando el precio. Ahora, si el agregado se compone por partículas gruesas, se consigue el mortero más consistente y plástico. Además, al estar cubiertos por completo de granos por la pasta aglomerante, las partículas finas actúan como esferas de apoyo, esto permite que las partículas gruesas puedan rodar uno sobre otros produciendo una base igual para los ladrillos.

Según la Norma ASTM C270-89, se divide en dos categorías los requisitos que el mortero de albañilería debe cumplir, estos grupos son, determinación de propiedad y definiciones de proporción.

Las especificaciones están referidas a la propiedad del mortero en su estado fresco o plástico y la propiedad del mortero en estado endurecido o fraguado, estas propiedades se verificarán a través de las pruebas de laboratorio en concordancia con las normas técnica respectiva. Los morteros elaborados para los ensayos de laboratorio deben tener una fluidez de 110 +-5%. (Meza, 2004).

Tabla 6
Requerimientos de las especificaciones de propiedad .

Tipo	Resistencia a la compresión (28 días)	Retención de agua mínima %
M	175	75
S	127	75
N	53	75
O	25	75

Fuente: Meza (2004).

En tanto las especificaciones de proporción están referidas a cada material individualmente y agregados usados en la elaboración o mezcal de un mortero específico, dividiendo a los morteros en cuatro tipos: M, S, N y O.

Tabla 7*Requerimientos de las especificaciones de proporción.*

Tipo	Cemento Portland o cemento adicionado	Cal hidratada o cal rápida	Agregado
M	1	1/4	No menos de 2 1/4 ni más de 3 veces la suma de los volúmenes separados de los aglomerantes
S	1	1/4 a 1/2	
N	1	1/2 a 1 1/4	
O	1	1 1/4 a 2 1/2	

Fuente: Meza (2004).

1.3.8 Clasificación para fines estructurales según la Norma E - 070

Los morteros más usados en la construcción de muros portantes se clasifican como morteros tipo P, así también, los utilizados en tabiquería o muros no portantes son del tipo NP. Ver tabla 8.

Tabla 8*Tipos de morteros y sus usos*

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

Fuente: Meza (2004).

1.3.9 Propiedades del mortero**Trabajabilidad**

Posiblemente es una de las propiedades más esencial para el mortero en un estado plástico de acuerdo con su influencia ante otras propiedades, así como en el estado plástico y como en el estado endurecido. Aun sí, es difícil explicar o dar un concepto porque es un conjunto de propiedades relacionadas con el tema de la facilidad del mortero, esto influye en la consistencia, la retención de agua, en el momento en que la mezcla se retrasa, el peso unitario y la cohesión. (Monreal, 2010. p.6).

Consistencia

Tiene que ver con el agua necesaria que se va usar, generalmente cada tipo de mortero funcionará con diferentes cantidades de agua. Según la norma ASTM c270, el flujo se mide

con el porcentaje de aumento del grosor de un cono para mortero nuevo de 2 pulgada de base, que se cae%. 25 veces en 15 segundos. (Monreal, 2010.p.7).

Adhesión

Es una propiedad muy importante de la construcción de mampostería; el mortero mantiene la unidad con tanta fuerza que forma uno solo. Para hacerlo posible la unión, el mortero tiene que poseer una buena adhesión con la unidad de mampostería. Un contacto completo del mortero con la superficie del ladrillo sobre las que se aplica, es importante para las fuerzas que mantienen esta conexión y para que se desarrollen la unión resistente a la fuga de agua. La adhesión mortero-ladrillo, tal vez la propiedad más influyente del mortero endurecido. El mortero desarrollará una adhesión necesaria para soportar las tensiones causadas por viento severo, terremotos, cambios de volumen en las unidades o en el propio mortero, cambios en la temperatura y otras fuerzas. Entre los factores que hacen la adhesión se incluyen la cantidad de material de cimentación, la retroactividad y la característica del ladrillo utilizado. (Calderón, 2016. p. 13).

Resistencia

Es la propiedad utilizada para agregar elementos de forma resistente, porque el mortero debe tener una resistencia de acuerdo con los elementos que deben unirse. Se pide un alto valor de resistencia de compresión cuando el mortero soporta cargas de gran valor y sucesivas, que dan una indicación de la resistencia a la rigidez de corte y la rigidez de tracción (Courard, 2003.p 33).

Ensayos realizados al mortero

Ensayo De Mortero Fresco

Fluidez y trabajabilidad (ASTM C270)

Tiempo de fraguado (NTP334.006: 1968)

Ensayo En Mortero Endurecido.

Adherencia

Resistencia a la compresión (ASTM C109).

1.3.10 Caucho

El caucho originario se procesa a partir del árbol. Hevea Brasilienses, actualmente alcanza el 30% del mercado de caucho, la diferencia está que el caucho sintético, está en

hidrocarburo. En la fabricación de neumáticos los cauchos más usados son Caucho natural (NR) Poli butadienos (BR) Estireno - Butadieno (SBR) Polisoprenos sintéticos (IR) (Saborido, 2017p.23).

La matriz de caucho comúnmente utilizada es el limbo de estireno-butadieno (SBR), en la cual la relación de componentes es aproximadamente del 25% en peso de estireno, o una mezcla de caucho normal y SBR. El tipo de caucho tiene propiedades diferentes, pero a la vez tienen algo en común, una vez vulcanizado, es muy duradero y necesitará mucho tiempo para la degradación. (CASTRO, 2008, p.35).

El caucho es una sustancia de varias unidades, encadenado por hidrocarburos elástico, el isopropeno C₅H₈ que sobresale como una disolución blanquecina (conocido como látex) en el extracto de varias plantas, también puede producir sintética mente. (Luna, 2013, p.28).

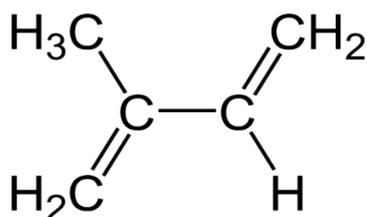


Figura 1. Fórmula química del caucho natural. Fuente. (Saborido,2017)

1.3.11 Neumáticos usados

Los neumáticos usados en el Perú crecen de manera exponencial al crecimiento automotriz en el país, cada automóvil utiliza cuatro neumáticos, después del tiempo de su vida útil de los neumáticos, estos van a parar a los botaderos informales que existen en diversos puntos de la ciudad.

En este sentido, el punto final al que llegan los neumáticos después de cumplir su función principal llega a presentar un inconveniente técnico, económico, ambiental y salud pública. Es frecuente almacenarlos, eliminarlos en depósitos de rellenos sanitarios, pero son difíciles de compactar debido a las propiedades del mismo haciendo esto un proceso que demanda un alto costo de operación.

Por otro lado, el almacenamiento de neumáticos fuera de uso puede generar incendios de grandes proporciones, se tiene antecedentes de incendios en distintos puntos de Lima, se debe tener en cuenta que el uso de los neumáticos, como inflamante en chimenea que no

cuenten con técnica de inspección genera grandes problemas de radiación para la atmosfera (Cantanhede & Monge, 2002).

Riesgos a la salud y riesgo por incendio son uno de los principales riesgos que representa el manejo inadecuado de neumáticos reciclados. Esto se debe a que en el Perú no existe un marco normativo específico y adecuado para afrontar el problema del manejo de neumáticos usados, en ese sentido es necesario que este problema sea tomado en cuenta por las autoridades competentes como el Ministerio del Ambiente, Ministerio de Salud y las Autoridades municipales, con el objetivo de desarrollar una normativa capaz de mitigar esta problemática.

Tratamientos de neumáticos usados

En el planeta país existen diversas alternativas para el manejo de neumáticos usados, esto dependerá en muchos casos del desarrollo tecnológico de cada país, a continuación, se menciona las estrategias más utilizadas para el uso de estos tipos de residuos sólidos, la reutilización y el reciclaje de neumáticos usados.

Reutilización de neumáticos usados

La reutilización de neumáticos es busca brindar nuevos usos a los neumáticos usados, bien sea totalmente enteros o partes de estos como la banda de rodamiento. Como ejemplo se puede mencionar a los neumáticos reencauchados, que se encarga de colocarle una nueva banda de rodamiento volviendo a ser útiles para el parque automotor, otro uso es en la implementación de jardín infantiles, protección de muelles, embarcaciones, rompeolas, pistas de carreras, usos agrícolas para retención de agua, etc. (Swaneck, 2011).

Reciclado de neumáticos usados

Se entiende por reciclaje al proceso fisicoquímico o mecánico que permite que una materia o producto ya utilizado se convierta nuevamente en materia prima o un nuevo producto que pueda ser reinsertado en un ciclo de vida útil. (Hernández, 2013).

El reciclado en el Perú se da principalmente para la elaboración de repuestos de partes automotrices, como soportes de vehículos, pisos de caucho para vehículos, ojotas, caucho granulado para canchas de grass sintético.

Reciclado del caucho vía trituración

Antes de la trituración del caucho, se debe separar los 3 componentes básicos de los neumáticos usados, que vienen a ser el acero, el textil o la lona y el caucho, que en general es más del 65%. El acero y el textil se reciclan de manera separada con lo que el acero genera un nuevo acero y el textil es ocupado como combustible en las industrias cementeras. (Saborido, 2017, p.30).

Lo que resta del caucho que es aproximadamente el 65% del volumen del neumático usado, es cortado en tiras para luego ser picado o triturado varias veces hasta obtener las diferentes granulometrías con mayor demanda del mercado.

Tabla 9

Granulometría del grano de caucho reciclado

Granulometría del caucho reciclado	
Diámetro aproximado	Usos
0.0 - 0.08mm	Generalmente para mezclas asfálticas
0.08 - 2.5mm	Relleno de campos de futbol de grass artificial
2.5 - 4.0mm	Uso en morteros o construcción de pisos de alta resistencia a impactos

Fuente: Saborido (2017).

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿De qué manera se comporta el muro portante utilizando mortero con caucho reciclado en viviendas de San Juan de Lurigancho, Lima-2018?

1.4.2 Problemas específicos

Los problemas específicos de la investigación son:

- ¿Cuál será la resistencia a compresión axial del muro portante utilizando mortero con caucho reciclado en viviendas de San Juan de Lurigancho, Lima- 2018?
- ¿Cuál será la resistencia a compresión diagonal del muro portante utilizando el mortero con caucho reciclado en viviendas de San Juan de Lurigancho, Lima-2018?

- ¿Cuál será la resistencia a la compresión del mortero con caucho reciclado utilizado en la construcción de muro portante en viviendas de San Juan de Lurigancho, Lima-2018?

1.5 Justificación del estudio

1.5.1 Justificación teórica

A nivel regional, la explotación de canteras para la extracción de compuestos para la industria de la construcción genera contaminación, a través del polvo, la maquinaria utilizada para este trabajo, en ese sentido a través de esta tesis realizada se busca analizar la influencia de adición de caucho granulado proveniente de los neumáticos en desuso en el comportamiento del muro de albañilería en el distrito de San Juan de Lurigancho, proponiendo así un material alternativo para la industria de la construcción en el distrito.

1.5.2 Justificación metodológica

La presente tesis busca desarrollar un adecuado reemplazo del agregado fino por el grano de caucho, basándonos en conceptos y conocimientos básicos de diseños de morteros a través de la experimentación, se realizará 2 sustituciones con diferentes porcentajes en peso, logrando encontrar un porcentaje donde no influya de manera severa el comportamiento del muro de albañilería. Tomando en cuenta la abundancia de botaderos y almacenes de llantas usadas se puede asumir que este proyecto es metodológicamente justificable dado que se busca la sustitución del agregado fino, pero que no altere a su comportamiento estructural.

1.5.3 Justificación tecnológica

Puesto que en todos los rubros de la industria es de vital importancia seguir innovando con los materiales o insumos para obtener productos de calidad y amigables con el medioambiente, de esta manera mediante el siguiente proyecto se busca la implementación de nuevos agregados para la elaboración de mortero en albañilería utilizado en la construcción de muro confinado, así como también crear una guía práctica que a través de los resultados obtenidos se pueda aplicar especialmente en la albañilería confinada que es muy común en nuestro entorno.

1.5.4 Justificación económica

El desarrollo de este propósito, busca la utilización del producto derivado de los neumáticos usados como agregado a la mezcla de morteros de albañilería en la construcción de muro

portante, sin embargo, en la actualidad el precio del grano de caucho reciclado es alto en comparación a la arena gruesa, pero a la vez la utilización del grano de caucho reciclado es una práctica ambientalmente amigable.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

HG: Al utilizar mortero con caucho reciclado, se modificará el comportamiento mecánico del muro portante en viviendas de San Juan de Lurigancho, Lima – 2018.

1.6.2 Hipótesis específicas

HE1: Al utilizar el mortero con caucho reciclado en los muros portantes, se obtendrá valores de resistencia a la compresión axial mayores a lo especificado por la norma E. 070.

HE2: La utilización del mortero con caucho reciclado cambiará respecto al valor de la resistencia a compresión diagonal requerido por la norma E.070.

HE3: La resistencia a la compresión del mortero con caucho disminuirá en proporción a la sustitución de la arena gruesa.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Determinar el comportamiento mecánico de un muro de albañilería utilizando mortero con caucho reciclado en viviendas de San Juan de Lurigancho, Lima-2018.

1.7.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos son los siguientes:

OE1: Determinar la resistencia a compresión axial del muro portante utilizando mortero con caucho reciclado en viviendas de San Juan de Lurigancho, Lima-2018

OE2: Determinar la resistencia a compresión diagonal del muro portante utilizando el mortero con caucho reciclado en viviendas de San Juan de Lurigancho, Lima - 2018.

OE3: Analizar la resistencia a la compresión del mortero de albañilería usado en la construcción de muros portantes en viviendas de San Juan de Lurigancho, Lima-2018.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de la investigación

El diseño metodológico es de carácter cuantitativo. (Hernández, Fernández y Baptista 2003, p.3) porque: "utiliza la recopilación de datos para probar hipótesis, basadas en mediciones numéricas y análisis estadísticos, para determinar patrones de comportamiento y demostrar teorías"

2.2 Variables de investigación

2.2.1 Variable dependiente

Muro portante de albañilería

2.2.2 Variable independiente

Mortero con caucho reciclado

2.3 Matriz de Operacionalización de las variables

Tabla 10

Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Mortero con caucho reciclado (Meza, 2004, p.32)	Se define como mortero a la mezcla de materiales cementante, agregado y agua que sirve como adhesivo para unir las unidades de albañilería y así formar un Conjunto durable y resistente, para acabados, cimientos y otros usos. (Meza, 2004, p.32)	El comportamiento mecánico del mortero se determinara en su estado fresco y endurecido con el reemplazo de caucho reciclado, las cuales entraran a ensayos de la resistencia a la compresión Los datos serán recopilados en tablas en donde sus unidades de medida serán en kg/cm2 y en Mpa.	Dosificación de agregados	Granulometría del agregado	Escala de Razón
			Dosificación de cemento	Tipo de cemento	Escala Nominal
			Dosificación del caucho reciclado en el diseño de mezcla del mortero (5% y 10%)	Granulometría del caucho.	Escala de Razón
Muro de albañilería, (Norma E 070, 2006)	Los muros son elementos diseñados para resistir cargas horizontales y verticales de un nivel a uno inferior (muro portante), y otros que son diseñados para resistir cargas de su propio peso y cargas transversales a su plano (muro no portante).(Norma E 070, 2006, p.28)	Para la muestra de ensayo de las unidades de albañilería se utilizará una variante del mortero convencional, será mortero con caucho reciclado y se evaluará la compresión axial y diagonal de pilas y muretes de albañilería así como la resistencia a la compresión del mortero las unidades serán en kg/cm2 o Mpa.	Compresión Axial	Ensayo de resistencia a la compresión axial a los 14 días	Escala de Razón
			Compresión diagonal	Ensayo de resistencia a la compresión diagonal a los 14 días.	Escala de Razón
			Resistencia a la compresión	Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 y 14 días.	Escala de Razón

2.4 Población y muestra

2.4.1 Población

Para Hernández, Fernández y Baptista, (2014) la población es un conjunto de individuos que contemplan características en común, es el total de lo que se va a realizar el estudio, lo cual se obtendrá datos concretos para dar inicio a la investigación.

Para efectos de este proyecto de investigación se ha determinado que la población será el total de las pilas y muretes construidos para su posterior ensayo.

2.4.2 Muestra

Según Hernández, Fernández y Baptista, (2014) “La muestra es un subconjunto formado a raíz de una pequeña parte de la población que nos revelará información característica sobre el total de la población”. Además, expresa que, si la población es menor a 50 entonces, la población es igual a la muestra.

En este proyecto de investigación se emplea como muestra las pilas y muretes elaborados con mortero sustituyendo parcialmente la arena gruesa por porcentajes de caucho reciclado.

2.4.3 Muestreo

Según González, Oseda, Ramírez y Gave, (2011) el “el muestreo es el proceso seguido por medio del cual se extrae una muestra, dentro de ella tenemos la muestra no probabilística, ya que la elección de los elementos no va a depender de la probabilidad, más bien de las causas relacionadas con las características de la investigación, se puede describir, pero no usar para inferir.” (p. 144).

Para el desarrollo de la tesis se usará el muestreo no probabilístico.

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos.

Para lograr concretar los objetivos del presente proyecto de investigación se consideran los siguientes técnicas e instrumentos.

Según el autor Silva (2013), nos dice que la observación experimental a diferencia de la observación no experimental debido a que elaboramos datos en situaciones previamente controladas por el tesista, particularmente de que se puede o no manipular una o todas las variables. Esta técnica es efectiva de acuerdo al tipo de investigación que se realiza, donde se puede utilizar como instrumento la hoja o ficha de registro de datos.

La recopilación de datos para comparar la resistencia a compresión axial y compresión diagonal en pilas y muretes respectivamente, así como la resistencia a compresión del mortero utilizado en la preparación de las mismas.

Instrumentos de recolección de datos

Niño (2011), comenta acerca de los instrumentos para la recolección de datos que deben ser un recurso o un medio pero que sea específico, en conclusión, el instrumento de recolección de datos es todo recurso que pueda valerse el tesista para aproximarse a los fenómenos y extraer la información de la realidad estudiada. Dicho en otras palabras, el instrumento tiene como finalidad obtener los datos o la información necesaria con el propósito de comprobar la consecución de los objetivos de la investigación, la medición de las variables y la validación la hipótesis, en caso de que se contemplen.

Para el presente proyecto de investigación se tomará como instrumento de recolección de datos las hojas de registro o formatos brindados por el laboratorio donde se realizará los ensayos correspondientes, vale mencionar que el laboratorio deberá contar con los certificados de calibración correspondientes para que los ensayos cuenten con la confiabilidad y valides que necesita la investigación.

Validez del instrumento

Sampieri define la validez como el grado en que un instrumento de medición calcula verdaderamente la variable que se desea calibrar (2014, p200).

Confiabilidad

Se puede decir que un instrumento es fiable o confiable si al repetir el uso de este en diferentes ocasiones devuelve los mismos resultados, por ende, puede ser replicable. Esto se evalúa administrando el instrumento de medición en una muestra igual de sujetos, ya sea en dos ocasiones diferentes o por dos o más observadores diferentes. (Valderrama, 2013, p 215).

2.6 Métodos de análisis de datos

En la presente investigación, el análisis de los datos se llevará a cabo de acuerdo con los resultados obtenidos en las observaciones experimentales (observaciones visuales) y los registros de la resistencia a la compresión axial en pilas, compresión diagonal en muretes y compresión en los cubos de mortero; los resultados se mostrarán mediante el software Microsoft Excel 2016 a través de tablas, gráficos, etc.

2.7 Aspectos éticos

Los tesistas se comprometen a respetar la veracidad de los resultados, la información obtenida será verídica protegiendo la confiabilidad de esta.

Originalidad: en este trabajo de investigación se citará las fuentes bibliográficas de la información mostrada de acuerdo al manual APA con el propósito de mostrar la inexistencia de plagio intelectual.

III. RESULTADOS

3.1 Ensayo de los materiales para el diseño de mezcla de mortero 175 kg/cm².

La obtención de los agregados a utilizar en el desarrollo del proyecto fue sencilla ya que estos materiales los venden en la mayoría de ferreterías del distrito.

Por otro lado, el caucho granulado si se tuvo que ir a conseguir a las tiendas donde instalan canchas de grass sintético. Para obtener una dosificación correcta y confiable del cemento y agregados se optó por el Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería para el diseño de mezcla correspondiente al mortero de albañilería con una resistencia a la compresión de 175 Kg/cm², cuyo informe se adjunta en los anexos.



Figura 2. Arena gruesa y cemento Portland tipo I (Fuente: Elaboración propia)

Granulometría del caucho reciclado.

Para el análisis granulométrico del caucho reciclado se mezcló 2 tamaños de partículas de aproximadamente de 1.5mm a 3.0mm (brindado por el proveedor) para que se asemeje a la granulometría del agregado fino, el peso de la muestra fue de 525 g.



Figura 3. Granulometría del caucho reciclado

Los pesos retenidos se muestran en la tabla xx.

Tabla 11.
Pesos retenidos del caucho reciclado.

Tamiz		Peso retenido (g)	%Ret	% Ret acumulado	% Pasa	% Pasa Huso ASTM
(Pulg)	(mm.)					
3/8"	9.5	0.00	0	0	100	100
N°4	4.75	0.00	0	2.6	97.4	95 - 100
N°8	2.38	164.85	31.4	28.2	71.8	80 - 100
N°16	1.19	304.00	57.9	58.5	41.5	50 - 85
N°30	0.6	42.00	8	79.3	20.7	25 - 60
N°50	0.3	9.45	1.8	90.9	9.1	5 - 30
N°100	0.15	3.68	0.7	95.9	4.1	0 - 10
Fondo		1.02	0.2	100		

Obteniendo la siguiente curva granulométrica.

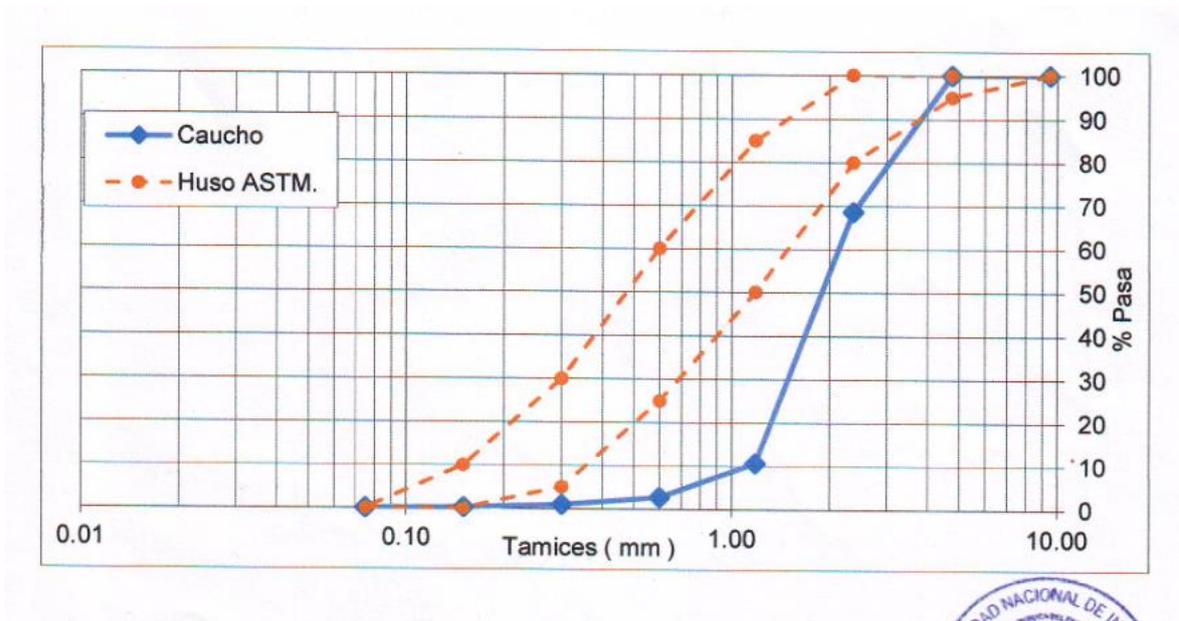


Figura 4. Grafico granulométrico del caucho reciclado



Figura 5. Grano de Caucho Reciclado (Fuente: Elaboración propia)

Previo al diseño de mortero se realiza los ensayos correspondientes, como la granulometría, peso específico, peso unitario suelto y peso unitario compactado y contenido de humedad en la arena gruesa.

Se utiliza los siguientes instrumentos de laboratorio para determinar la granulometría de la arena gruesa.

- Balanza con aproximación de 0.1g.
- Calentador eléctrico.
- Tamices N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y fondo.
- Agitador mecánico de tamices.

3.1.1 Granulometría del agregado fino

Para seleccionar la muestra de la arena gruesa se selecciona por la técnica del cuarteo la cantidad de 600g. como mínimo. Luego de pesar la muestra se coloca el agregado en la malla N° 4, seguidamente se lleva al agitador mecánico de tamices por un tiempo aproximado de dos minutos.



Figura 6. Zarandeador de agregado fino(Fuente: Elaboración propia)

Se obtuvo los pesos de 15.6g, 153.8g, 181.5g, 124.8g, 69.8g, 29.9g y 24.6g. en las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y fondo respectivamente.

En la tabla N°12 se muestra los datos.

Tabla 12
Porcentajes retenidos de la muestra de agregado fino

Tamiz (Pulg)	Tamiz (mm)	%Ret.	%Ret. acumulado	%Pasa	%Pasa Huso ASTM
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	2.6	2.6	97.4	95 - 100
N°8	2.38	25.6	28.2	71.8	80 - 100
N°16	1.19	30.3	58.5	41.5	50 - 85
N°30	0.6	20.8	79.3	20.7	25 - 60
N°50	0.3	11.6	90.9	9.1	5 - 30
N°100	0.15	5.0	95.9	4.1	0 - 10
Fondo		4.1	100.0	0.0	

Fuente: LEM. UNI (2018).

De acuerdo a la tabla N°11 se obtiene la curva granulométrica siguiente.

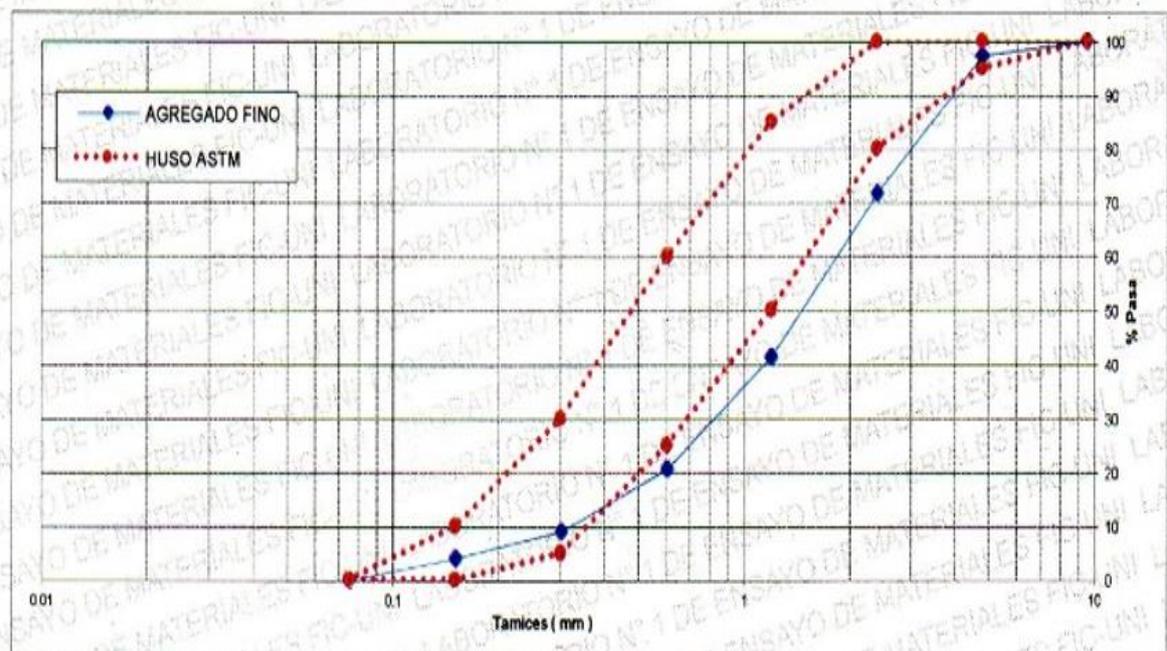


Figura 7. Curva Granulométrica del agregado fino (Fuente: LEM UNI)

3.1.2 Peso específico y porcentaje de absorción

Para realizar esta prueba de laboratorio se utilizaron los siguientes instrumentos de laboratorio, de acuerdo a la NTP 400.022.

- Fiola de 500ml.
- Balanza de 0.1g.
- Probeta con agua.
- Piseta.

Este procedimiento se empieza pesando 500g de la muestra de agregado fino, superficialmente seco, la arena superficialmente seca se vacía en el interior de la fiola para luego agregar agua por los costados asegurándose de que todo el agregado quede dentro del balón.

Una vez que el agregado se encuentre dentro de la fiola se agrega agua y se gira repetidas veces, 15 minutos aproximadamente, para eliminar todo el aire contenido.

Pasado este tiempo se agrega agua hasta la marca de 500ml. de la fiola y seguidamente se anota el peso registrado.



Figura 8. Determinación de peso específico y porcentaje de absorción (Fuente: Elaboración propia)

El peso específico y el % de absorción del agregado fino se determina de acuerdo a las formulas correspondientes.

Tabla 13

Datos para obtención de peso específico y porcentaje de absorción.

peso de la arena superficialmente seca	500g.
peso de la arena superficialmente seca + peso de fiola + peso del agua	1008.4g
Peso de la fiola	197.2g.
Peso del agua W	311.2g.
Peso de la arena seca al horno A	496.52g
Volumen del balon V	500ml.

Fuente: LEM. UNI (2018).

$$\text{Peso específico} = A/(V-W) = 496.52/(500-311.2) \Rightarrow Pe = 2.63 \text{ g/cm}^3$$

$$\% \text{ de absorción} = (500-A) \times 100/A = 0.7 \%$$

3.1.3 Peso unitario suelto y compactado

El objetivo de esta prueba es determinar los pesos unitarios en estado suelto y compactado de acuerdo a los parámetros de la NTP 400.017 para el desarrollo de un diseño de mezcla adecuado.

Se usaron los siguientes instrumentos de laboratorio.

- Molde cilíndrico de volumen conocido 0.1ft³.
- Varilla de acero lisa de 5/8"
- Balanza digital
- Badilejo

Para el peso unitario suelto primero se pesa el molde cilíndrico vacío, luego se llena el agregado fino suavemente desde una altura no mayor a 2" por encima del recipiente hasta que rebase, el material sobrante se elimina con la varilla de acero, luego se haya el peso del molde con el material suelto.



Figura 9. Determinación de peso unitario suelto. (Fuente: Elaboración propia)

Los datos obtenidos son los siguientes:

Peso del molde + peso muestra = 6.1069 kg.

Peso molde = 1.5760 kg.

Peso muestra = 4.5309 kg.

Volumen molde = 2.83×10^{-3}

$$\text{P.U.S} = 4.5309 \text{ kg} / 2.83 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{P.U.S} = 1600 \text{ kg/m}^3$$

Para el peso unitario compactado se llena a ras el molde en 3 capas consecutivas y se compacta con la varilla de acero, con 25 golpes en cada capa, eliminando el material sobrante con la varilla y luego se pesa el molde con el agregado fino compactado.



Figura 10. Determinación de peso unitario compactado. (Fuente: Elaboración propia)

Los valores obtenidos son los siguientes:

Peso del molde + peso de la muestra = 6.6466 kg.

Peso del molde = 1.5760 kg.

Peso de la muestra = 5.0706 kg.

Volumen del molde = $2.83 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

$$\text{P.U.C} = 5.0706 \text{ Kg} / 2.83 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{P.U.C} = 1790 \text{ Kg/m}^3$$

3.1.4 Contenido de humedad

El contenido de humedad nos expresa que cantidad de líquido contiene la muestra del agregado en el momento de la determinación de su masa, la humedad que se evapora es la humedad de la superficie y la que está contenida en los poros de la arena gruesa de acuerdo con la NTP 339.185 se expresa como una relación de peso de líquido y el peso seco de la muestra.

Los instrumentos utilizados son:

- Balanza con sensibilidad 0.1% de peso

- Horno eléctrico
- Recipiente para la muestra
- Espátula de metal



Figura 11. Determinación del contenido de humedad. (Fuente: Elaboración propia)

Para esta prueba se separó una muestra de 500g. y se lleva al horno por un lapso mínimo de 24 horas, a una temperatura de 110°C, pasada las 24 horas se retira del horno con mucho cuidado y pesar la muestra.

Los datos obtenidos son:

Peso de la muestra = 500 g.

Peso de la muestra seca al horno = 493.8 g.

Peso del agua evaporada = 6.2 g.

Contenido de humedad = $[(500-493.8)/493.8] \times 100\% = 1.26\%$

El resumen de todos los datos que se obtienen se encuentra en el anexo N°xx, que es el informe referente al diseño de mezcla de mortero $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, entregado por el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la UNI.

3.2 Diseño de mezcla mortero $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

De acuerdo al informe entregado por el laboratorio de ensayo de materiales de la UNI se tiene la siguiente relación de agua cemento

Relación de a/c de diseño = 0.62

La cantidad de materiales a utilizar en un m³ de mortero.

Cemento..... 492 kg.

Arena..... 1417 kg.

Agua..... 305 L.

Para efectos de la investigación se sustituirá la arena gruesa por el grano de caucho reciclado, de acuerdo a los porcentajes de 5% y 10%, se controlará sus propiedades o características en estado fresco como el estado endurecido a los 14 y 28 días.

Entonces para la arena gruesa la sustitución de caucho por m³ de arena es:

Mortero con 5% de caucho reciclado = 70.85 kg

Mortero con 10% de caucho reciclado = 141.7 kg

3.3 Unidades de albañilería

Para efectos de la tesis la unidad de albañilería seleccionada es de la fábrica pirámide King Kong tipo IV que posee las siguientes características:

- Peso: 2.750 kg
- Dimensiones: 23x12.5x9 cm.
- Área de vacíos: 45%
- Clase: IV
- Resistencia a la compresión: $> 130 \text{ kg/cm}^2$



Figura 12. Ladrillo para muro portante 18 huecos. (Fuente: Elaboración propia)

3.4 Construcción de las Pilas de albañilería

Las pilas de albañilería se componen por 2 o más hiladas de unidades de albañilería mampuestas con mortero de acuerdo a la resistencia requerida, se trabajó en el reemplazo parcial del agregado por el caucho de acuerdo al diseño realizado por el Laboratorio de ensayos de materiales de la UNI.

Para la construcción de las pilas de albañilería nos regimos de acuerdo al Reglamento Nacional de edificaciones E. 070 y la NTP 399.605, para esto las unidades de albañilería se humedecerán durante media hora, 12 horas antes de su construcción, este paso se hace con el objetivo de que los ladrillos no absorban el agua del mortero, la norma pide 3 especímenes como mínimo para los ensayos, por lo cual armaremos un total de 6 pilas de 5 unidades de albañilería cada una, de la cual 3 pilas se utilizara el mortero con adición de caucho al 5% y otras 3 pilas utilizando mortero con adición de caucho al 10%. El grosor de las juntas de acuerdo a la norma E. 070 será de 1.5 cm como máximo.

Para la obtención del número de pilas el Reglamento Nacional de Edificaciones E. 070 indica que se debe cal que debe ser un mínimo de tres muestras de pilas por 500m² de área techada en edificaciones de 3 a 5 pisos.



Figura 13. Mezcla de agregados con caucho. (Fuente: Elaboración propia)



Figura 14. Pilas de albañilería 5 unidades. (Fuente: Elaboración propia)

Curado. El curado de las pilas se realizó en el mismo lugar de la construcción de las mismas, después de las primeras 48 horas de curado, se debe mantener a una temperatura entre 16 °C y 30 °C con una humedad relativa inferior al 80%. Dada las condiciones del clima no hubo problemas con el curado.

3.4 Ensayo a compresión axial en pilas de albañilería.

Para la prueba de compresión en pilas de albañilería se deberá cumplir con la NTP 399.605, la cual indica que las pilas deben ensayarse a los 28 días desde el día de su elaboración, sin embargo, para el avance de la presente tesis se ensayaran las pilas a los 15 días, a lo que se le multiplicara al valor obtenido el factor de corrección a la edad de 14 días de acuerdo con la tabla 13.



Figura 15. Ensayo a compresión axial. (Fuente: Elaboración propia)

Cabe mencionar antes de realizar el ensayo se debe realizarse un capeado de cemento y yeso de por lo menos 3mm esto con la finalidad de corregir algunas irregularidades en la parte superior e inferior de las pilas.

Tabla 14

Factores de corrección por edad.

Aumento de $f'm$ y $V'm$ por edad			
	Edad	14 días	21 días
Muretes	Unidades 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

Fuente: Norma E - 070

El ensayo se realizará con el equipo de laboratorio aplicando una carga de 10 ton/min aproximado, hasta que se produzca la falla por aplastamiento.

La siguiente ecuación se usa para determinar el valor de resistencia a compresión axial.

$$f'm = \frac{P_{max}}{Area\ bruta}$$

Donde:

$f'm$: Resistencia a compresión axial

P_{max} : Carga máxima de rotura

Area bruta: Area bruta de la sección transversal

Tipos de falla esperada:

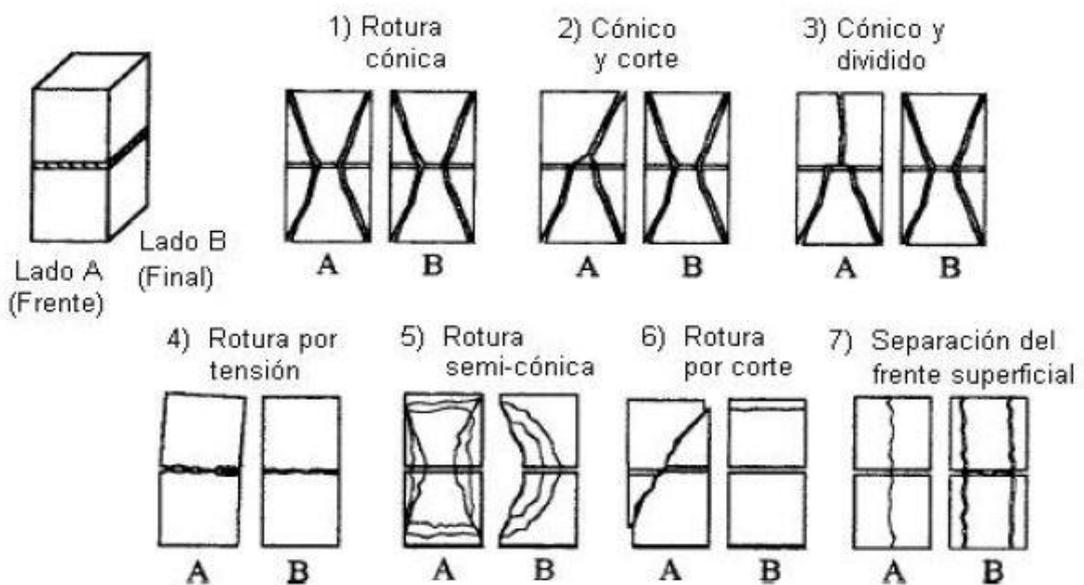


Figura 16. Tipos de fallas en pilas de albañilería. (Fuente: NTP 399.605)

Tabla 15*Resultados en pilas de albañilería, mortero con 5% de caucho reciclado.*

Muestra N°	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Dimensiones (cm)			Área bruta (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Factor de corrección por edad	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
			Largo	Ancho	Altura				
P-1	18/11/2018	05/12/2018	22.9	12.5	51	286	31700	1.10	122
P-2	18/11/2018	05/12/2018	22.8	12.4	51	283	30500	1.10	119
P-3	18/11/2018	05/12/2018	22.7	12.3	51	279	34100	1.10	134
Resistencia a la compresión promedio f ^b									125
Desviación estándar									8.29
Resistencia a la compresión									116.71

Fuente: Elaboración propia

Factores de corrección por esbeltez.

Para encontrar la resistencia a compresión final de acuerdo a la norma E 070 del RNE nos da valores de esbeltez de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 16*Factores de corrección por esbeltez*

Factores de corrección de f ^m por esbeltez						
Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.8	0.91	0.95	0.98	1

Fuente: Norma E 070.

Para las pilas de albañilería con mortero de 5% de caucho se calcula la esbeltez de la siguiente manera

$$E = \frac{H_{pila}}{t}$$

Donde:

H: altura de la pila

t: espesor de la pila

la corrección por esbeltez se muestra en la tabla 16.

Tabla 17

Resultado final de resistencia a la compresión en pilas mortero al 5% caucho

Muestra N°	E=H/t	Factor de corrección	f'm	f'm (corregido)
P-1	4.08	0.955	122	116.51
P-2	4.11	0.957	119	113.88
P-3	4.15	0.959	134	128.51
			f'm (prom)	119.63
			Desviación estándar	7.80
			f'm	111.84

Fuente: Elaboración propia.

Obteniendo las resistencias promedio finales a compresión axial de las pilas de albañilería usando mortero con 5% de caucho se obtuvo el resultado de 111.84 kg/cm², este valor es mayor al valor mínimo establecido por la norma E 070, lo cual se puede para muros portantes.

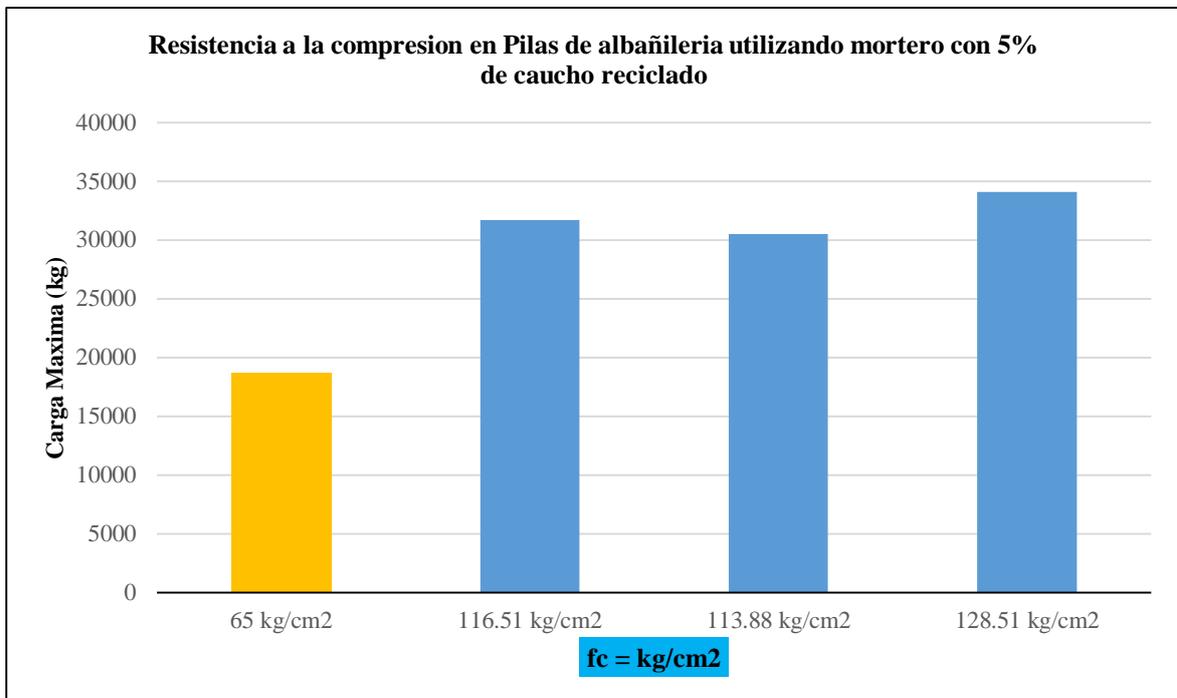


Figura 17. Resistencias en Pilas con mortero de 5% caucho reciclado. (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 18*Resultados en pilas de albañilería, mortero con 10% de caucho reciclado*

Muestra N°	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Dimensiones (cm)			Área bruta (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Factor de corrección	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
			Largo	Ancho	Altura				
P-1	18/11/2018	05/12/2018	22.7	12.2	51	277	26500	1.10	110
P-2	18/11/2018	05/12/2018	22.7	12.3	51	279	28300	1.10	117
P-3	18/11/2018	05/12/2018	22.9	12.5	51	286	25600	1.10	103
Resistencia a la compresión promedio f'_b									110
Desviación estándar									6.86
Resistencia a la compresión									103.14

Fuente: Elaboración propia

Valores de resistencia a compresión axial corregidos por la esbeltez para pilas de albañilería con mortero 10% de caucho reciclado.

Tabla 19*Resistencia a la compresión final pilas con mortero 10% de caucho.*

Muestra N°	E=H/t	Factor de corrección	f'_m	f'_m (corregido)
P-1	4.18	0.961	110	105.71
P-2	4.14	0.958	117	112.08
P-3	4.08	0.955	103	98.37
f'_m (prom)				105.39
Desviación estándar				6.87
f'_m				98.52

Fuente: Elaboración propia.

Obteniendo las resistencias promedio finales a compresión axial de las pilas de albañilería usando mortero con 10% de caucho se obtuvo el resultado de 98.52 kg/cm², este valor es mayor al valor mínimo establecido por la norma E 070, lo cual se puede usar para muros portantes.

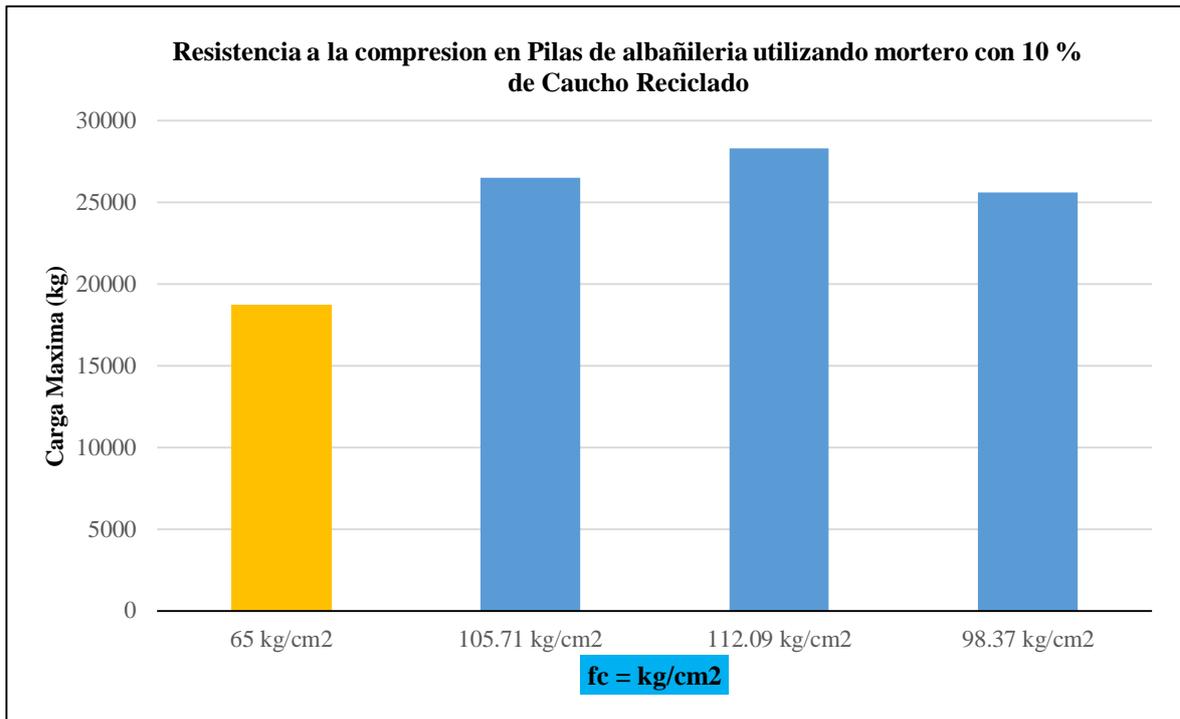


Figura 18. Resistencias corregidas en Pilas con mortero de 10% caucho reciclado. (Fuente: Elaboración propia)

3.5 Construcción de los muretes de albañilería

Los muretes se construyen de acuerdo a la NTP 399.621 y la norma E 070 del RNE, lo cual indica que se debe construir el número de muretes de acuerdo a la zona sísmica número de pisos y área techada, como el análisis es para edificaciones de 3 a 5 pisos, que es lo más común en las edificaciones de albañilería confinada entonces, el número de muestras es de seis muretes construidos con ladrillo King Kong industrial con 45% de vacíos y mortero con sustitución de caucho al 5% y 10 %.

Según la norma 399.621 también indica que los tamaños de las muestras deben ser de 600mm como mínimo por cada lado, abarcando por lo menos dos unidades de albañilería.



Figura 19. Asentado de los muretes con mortero de 5% y 10% de caucho. (Fuente: Elaboración propia)

Curado de los muretes. La norma técnica peruana 399.621 indica que el curado se realizara en el mismo lugar del asentado de los muretes hasta los 28 días, estos no deberán ser movidos por lo menos hasta 7 días después de su construcción y se almacenaran en una habitación donde no haya corrientes de aire con una temperatura de 15 °C a 30 °C y una humedad relativa de 25 a 75%.

3.6 Ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería

La prueba de compresión diagonal nos sirve para determinar la resistencia a fuerza cortante de la albañilería y predecir las cargas de agrietamiento de los muros y su forma de falla.

Para el desarrollo de la tesis los ensayos de compresión diagonal se realizaron a los 15 días, al valor obtenido se le multiplicara por el factor de corrección para muretes especificado en la tabla N°13.



Figura 20. Armado del equipo para ensayo de compresión diagonal. (Fuente: Elaboración propia)

El ensayo se realizará aplicando la carga de manera continua hasta llegar a la carga última, según la norma la carga se puede aplicar a cualquier velocidad hasta la mitad del valor máximo esperado, en este caso al que indica la norma E 070, luego de llegar a la mitad de la carga esperada, el equipo debe proporcionar una velocidad uniforme de carga de 1 tonelada por minuto o también a una velocidad de manera que la carga máxima se logre en más de 1 minuto, pero menos de dos minutos.



Figura 21. Falla de corte en murete. (Fuente: Elaboración propia)

Para el cálculo de la resistencia al esfuerzo de corte se utiliza la siguiente fórmula.

$$V'm = \frac{0.707P}{A_b}$$

Donde:

V'm: Esfuerzo cortante sobre el área bruta (MPa)

P: Carga aplicada en N

A_b: área bruta de la muestra.

Y el Área bruta se calcula:

$$A_b = \frac{l + h}{2} * t$$

Donde:

L: longitud del muro en mm.

H: altura del murete en mm.

T: espesor del murete en mm.

Tipos de falla esperada:

Se podrá esperar por lo menos 3 tipos de fallas en la que el murete puede colapsar, pueden ocurrir las fallas por la calidad de las unidades de albañilería, por la calidad del mortero, mano de obra etc.

- Falla por tracción diagonal
- Falla escalonada en murete
- Deslizamiento
- Trituración local

Para el ensayo se construyeron los muretes de 6 hiladas con 2.5 unidades de albañilería por cada hilada.

En la tabla N°20 se muestra valores del ensayo a compresión diagonal.

Tabla 20

Resultados del ensayo a compresión diagonal en muretes con mortero al 5% de caucho.

Muestra N°	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Dimensiones del murete (cm)			Area bruta (cm ²)	Carga máxima (kg)	Factor de corrección	Compresión diagonal (kg/cm ²)
			Largo (l)	Ancho (h)	Espesor (t)				
M-1	18/11/2018	05/12/2018	61.7	63.0	12.3	766.9	11200	1.15	11.9
M-2	18/11/2018	05/12/2018	61.5	62.1	12.2	754.0	13200	1.15	14.2
M-3	18/11/2018	05/12/2018	62.0	63.1	12.3	769.4	10900	1.15	11.5
Resistencia a la compresión promedio f _m									12.54
Desviación estándar									1.48
Resistencia a la compresión final									11.06

Fuente: Elaboración propia.

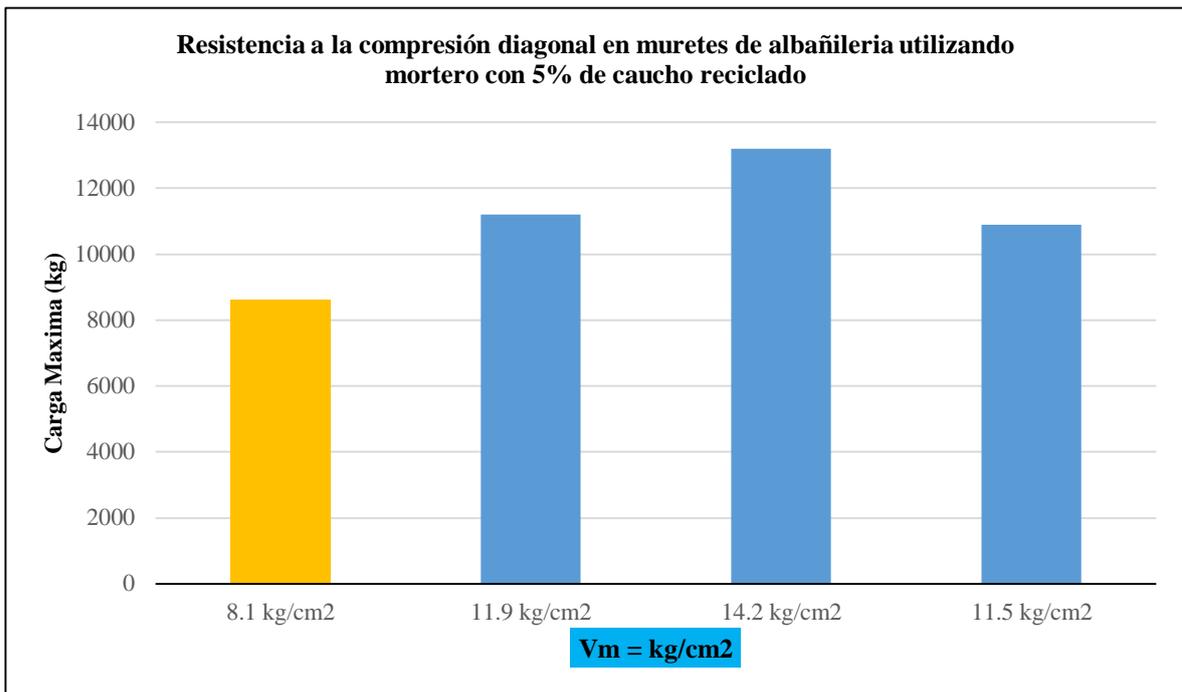


Figura 22. Resistencia al corte de muretes con mortero al 5% de caucho. (Fuente: Elaboración propia)

Según los valores obtenidos del ensayo a compresión diagonal la resistencia promedio al corte es de $V'_m = 11.06 \text{ kg/cm}^2$, este valor se encuentra por encima del valor especificado para ensayos en muretes ($V'_m=8.1 \text{ kg/cm}^2$) el cual se usa para el diseño de muros portantes.

Tabla 21

Resultados de compresión diagonal en muretes con mortero de caucho al 10%

Muestra N°	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Dimensiones del murete (cm)			Área bruta (cm ²)	Carga máxima (kg)	Factor de corrección	Compresión diagonal (kg/cm ²)
			Largo (l)	Ancho (h)	Espesor (t)				
M-1	18/11/2018	05/12/2018	62.0	64.3	12.5	789.4	8500	1.15	8.8
M-2	18/11/2018	05/12/2018	61.5	63.9	12.4	777.5	7500	1.15	7.8
M-3	18/11/2018	05/12/2018	62.0	64.0	12.5	787.5	10200	1.15	10.5
Resistencia a la compresión promedio f'_m									9.04
Desviación estándar									1.37
Resistencia a la compresión final									7.67

Fuente: Elaboración propia.

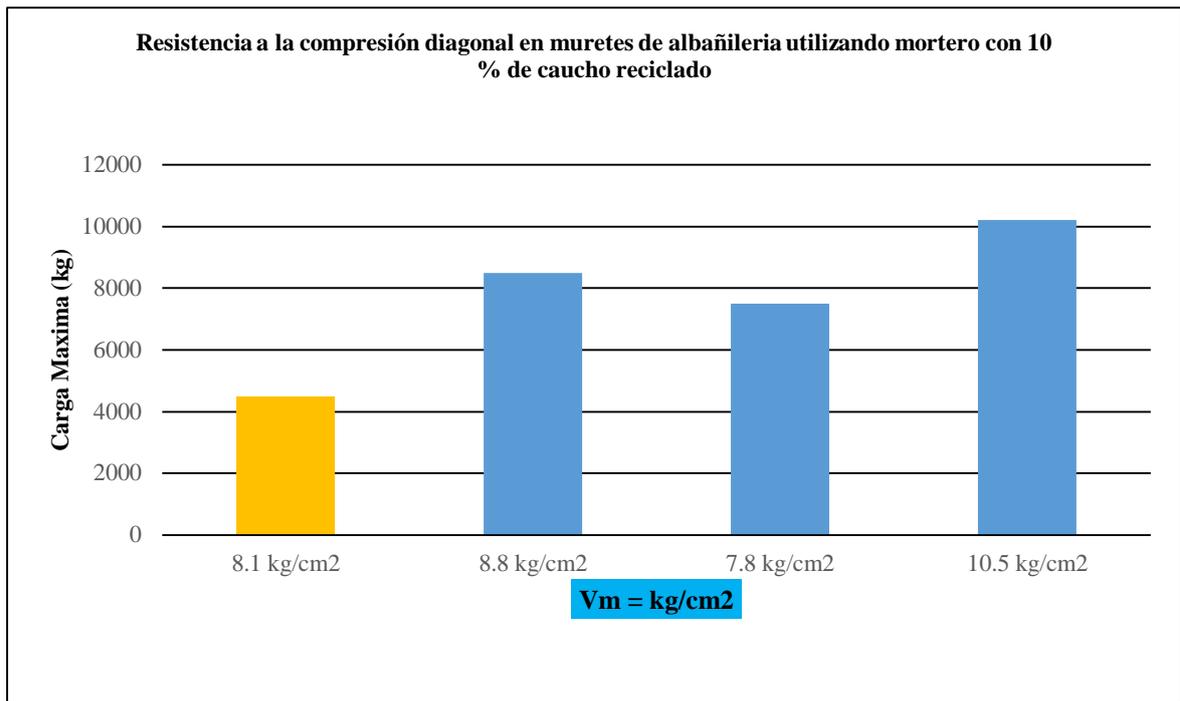


Figura 23. Resistencia al corte de muretes con mortero con 10% de caucho. (Fuente: Elaboración propia)

3.7 Ensayo de compresión del mortero con caucho

Para la prueba de compresión en cubitos de mortero se realizó de acuerdo a la NTP 334.051 que explica el procedimiento correcto para calcular el valor de resistencia a la compresión en cubos de mortero con dimensiones de 50mm por cada lado, el procedimiento para el vaciado del mortero en los cubitos será en dos capas donde cada capa será compactada con 32 golpes en unos 10 segundos aproximados posteriormente el exceso de mezcla de la segunda capa debe retirarse con un badilejo hasta que los bordes del molde queden sin mezcla.



Figura 24. Cubitos de mortero con caucho al 5%. (Fuente: Elaboración propia)



Figura 25. Cubitos de mortero con caucho al 10%. (Fuente: Elaboración propia)

Para el curado de los cubitos de mortero, se deben almacenar luego de 24 horas en la cámara húmeda hasta el día de realizar el ensayo, el agua debe cambiarse frecuentemente para que se mantenga limpia.

Para el ensayo de resistencia a la compresión se tiene que usar mínimo a tres especímenes a una misma edad, para el desarrollo de esta tesis se ensayará a la edad de 7 días. La fuerza del equipo deberá proporcionar una velocidad conveniente en la carga inicial hasta la mitad

de la carga esperada, luego la velocidad será constante de modo que la falla se produzca entre los 20s y 80s, desde el inicio de la carga.

Fórmula para hallar la resistencia a compresión.

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

F_m: Resistencia a la compresión

P: Carga máxima en N

A: Área de la superficie de carga en



Figura 26. Equipo para ensayo a compresión en cubos de mortero (Fuente: Elaboración propia)

Todos los equipos del Laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería cuentan con los certificados de calibración.



Figura 27. Cubo de mortero a compresión (Fuente: Elaboración propia)

Se ensayaron los 3 cubitos de mortero con adición de caucho al 5% y tres cubitos de mortero con adición de caucho al 10%, a los 7 días de edad.



Figura 28. Rotura del mortero a compresión (Fuente: Elaboración propia)

Valores encontrados de los ensayos a compresión:

Tabla 22

Resultados del ensayo a compresión mortero patrón.

Muestra N°	Identificación de muestras	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Área (cm ²)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	Mortero patrón	30/11/2018	06/12/2018	26	6655	256
2	Mortero patrón	30/11/2018	06/12/2018	26	6580	253
3	Mortero patrón	30/11/2018	06/12/2018	26	6780	261
4	Mortero patrón	30/11/2018	06/12/2018	26	6786	261
5	Mortero patrón	30/11/2018	06/12/2018	26	6690	257
Resistencia a la compresión promedio $f'c$						258
Desviación estándar						3.44
Resistencia a la compresión final						255

Fuente: Elaboración propia.

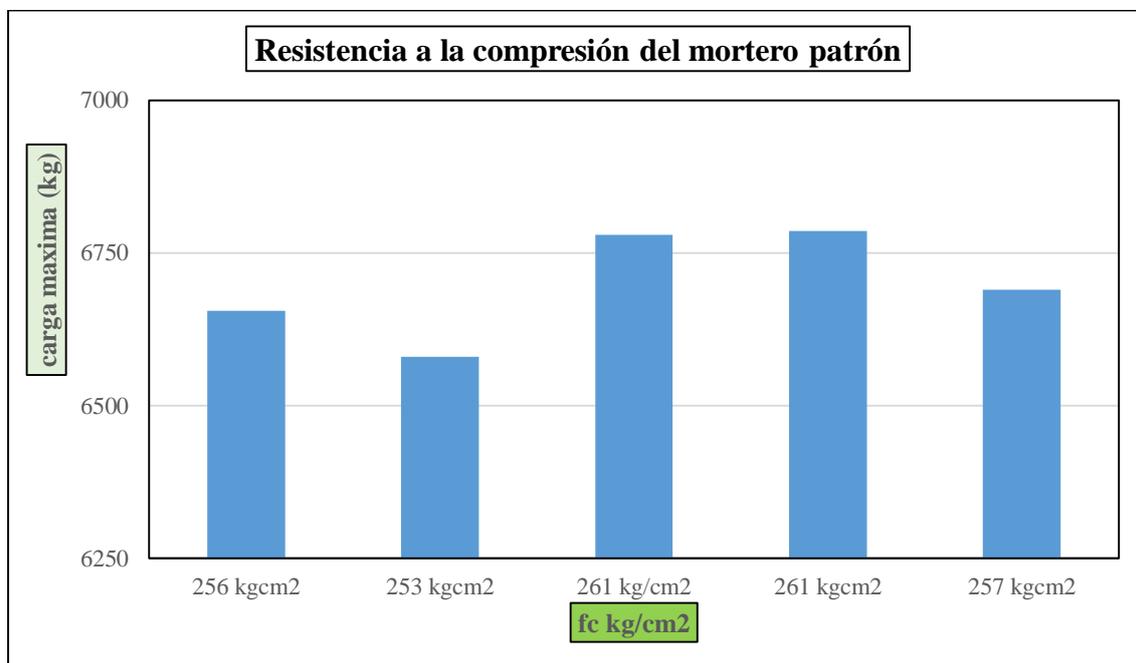


Figura 29. Resistencia a compresión del mortero patrón (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 23*Resultados del ensayo a compresión en cubitos de mortero con adición de caucho 5%.*

Muestra N°	Identificación de muestras	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Área (cm ²)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	Cubos con 5% caucho	27/11/2018	05/12/2018	25.2	5150	204
2	Cubos con 5% caucho	27/11/2018	05/12/2018	25.4	4986	196
3	Cubos con 5% caucho	27/11/2018	05/12/2018	25.9	5037	194
Resistencia a la compresión promedio f'c						198
Desviación estándar						5.29
Resistencia a la compresión final						192.71

Fuente: elaboración propia.

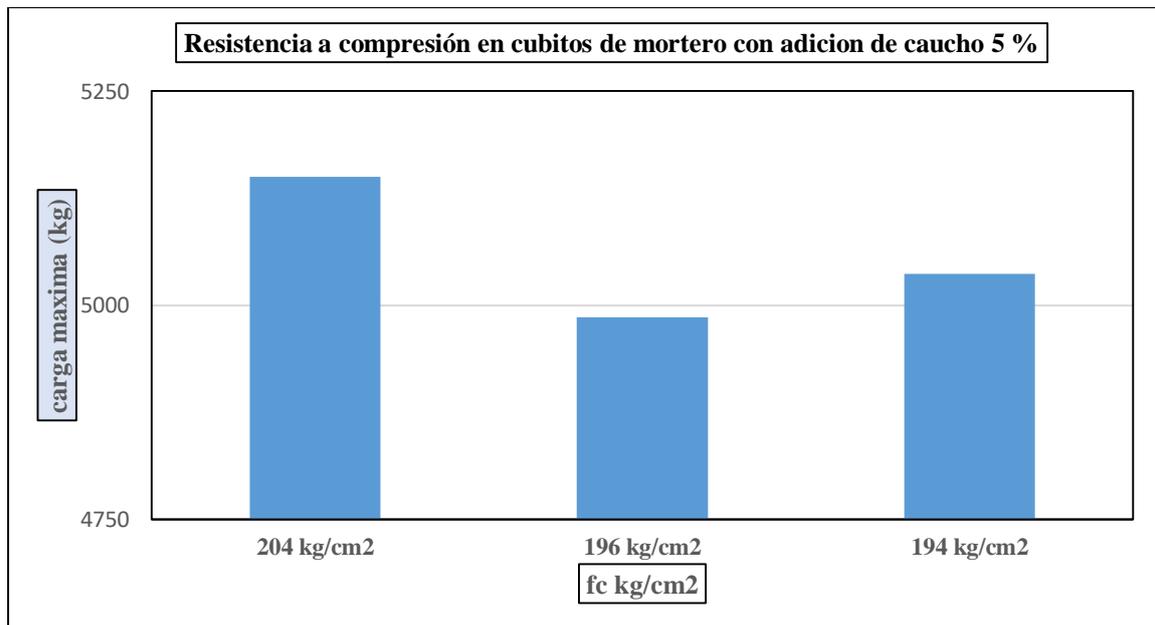
*Figura 30. Resistencia a compresión del mortero con 5% caucho (Fuente: Elaboración propia)*

Tabla 24*Resultados del ensayo a compresión en cubitos de mortero con adición de caucho 10%.*

Muestra N°	Identificación de muestras	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Área (cm ²)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	Cubos con 10% caucho	27/11/2018	05/12/2018	25.1	4193	167
2	Cubos con 10% caucho	27/11/2018	05/12/2018	25.3	4550	180
3	Cubos con 10% caucho	27/11/2018	05/12/2018	25.5	4285	168
Resistencia a la compresión promedio f_c						172
Desviación estándar						7.12
Resistencia a la compresión final						164.9

Fuente: elaboración propia.

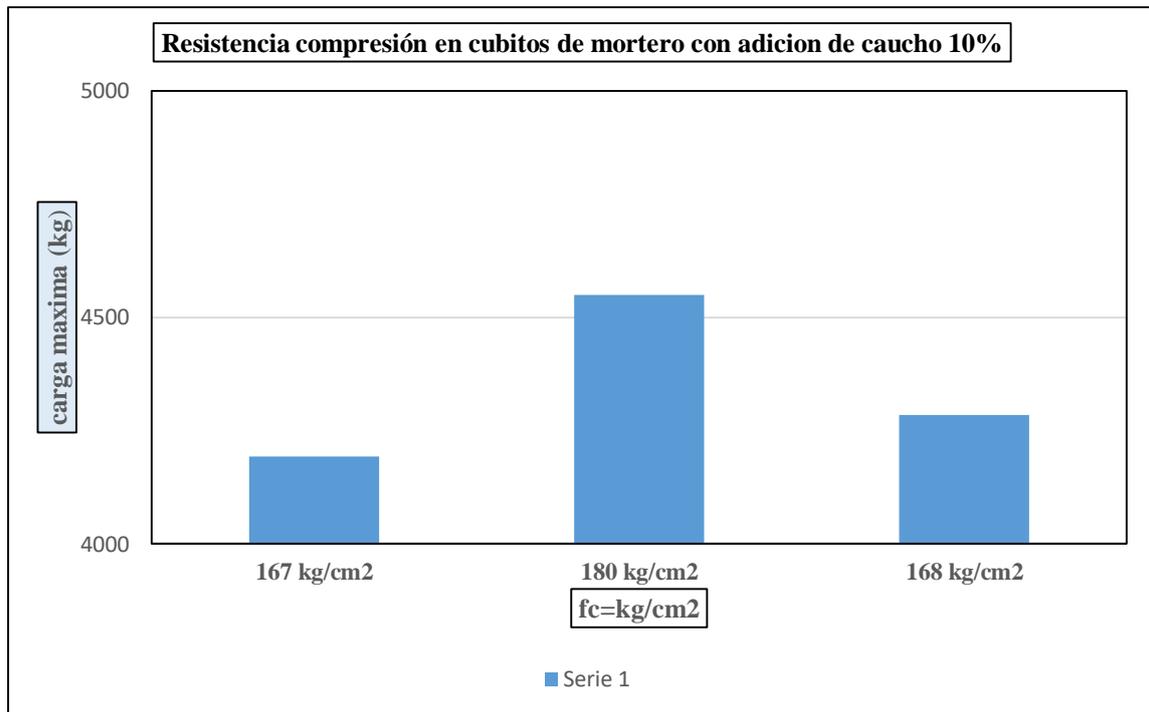


Figura 31. Resistencia a compresión del mortero con 10% de caucho reciclado (Fuente: Elaboración propia)

IV. DISCUSIÓN

Araoz y Velezmoro, (2012) de la Pontificia Universidad Católica del Perú en la Tesis titulada Reforzamiento de viviendas existentes construidas con muros confinados hechos con ladrillos pandereta – segunda etapa. Llegó a la conclusión de que, en los ensayos realizados a las pilas y muretes, de ladrillos pandereta, la resistencia a compresión axial fue de 24 kg/cm^2 este valor está por debajo del valor mínimo establecido por la norma E 070, mientras que el valor del ensayo a compresión diagonal en muretes fue elevado, $v_m = 9.8 \text{ kg/cm}^2$ de acuerdo a la unidad empleada, el valor obtenido fue tal vez porque se crearon llaves en las juntas verticales debido a la penetración del mortero en los alveolos del ladrillo pandereta.

En la presente tesis en concordancia con los valores obtenidos, en referencia al ensayo realizado en los muretes de albañilería se coincide con el autor al obtener los resultados para la compresión diagonal, en nuestro caso conseguimos un valor final de 11.6 kg/cm^2 para muretes usando el mortero con caucho reciclado al 5% y el valor de 7.67 kg/cm^2 para muretes usando mortero con 10% de caucho, estos valores se debe a que se utilizó un ladrillo recomendado para muros portantes pero el mortero fue con agregado de caucho reciclado al 5% y 10%.

Por otro lado, para la prueba a compresión axial en pilas de albañilería, se tiene un valor muy por encima del mínimo establecido por la norma E 070 para ladrillo king kong industrial los valores obtenidos para las pilas de albañilería fue de 111.84 kg/cm^2 y 98.5 kg/cm^2 con morteros con adición de caucho al 5% y 10% respectivamente. Los resultados obtenidos en el proyecto se deben porque los alveolos de los ladrillos se rellenaron con mortero con la finalidad que los muros alcancen la resistencia mínima establecida por la norma.

Para (Gualdron, 2011), de la Universidad Politécnica de Madrid en su tesis titulada “Estudio de las características de los morteros con adiciones de los neumáticos fuera de uso (NFUS)”. Su objetivo es analizar el comportamiento de la introducción del caucho de neumático fuera de uso en los morteros, una de las diferentes pruebas es la prueba de compresión para la cual se utiliza una pieza de prueba de $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$, donde el material granular utilizado de la goma de caucho de neumáticos procede de un procesamiento de pulverización mecánica., empleando tres diferencias: 1 de 2 a 4 mm, 2 de 0,6 a 2 mm y de 3 a 0,6 mm en polvo. Donde reemplazaron el caucho por agregados en un 25%, 50%

y 75%. Llegó a la conclusión respecto a la compresión, los cubos de prueba que ofrecen mayor resistencia, son las que se reemplazaron un 25% de arena por caucho reciclado y, en resumen, el reemplazo del caucho de neumático no ofrece ninguna característica al mortero que permita resistir la fuerza a compresión.

En relación a la prueba de resistencia a compresión de la presente investigación se coincide con los valores obtenidos en la tesis señalada, que a menor proporción de sustitución de caucho reciclado menor es la reducción del valor de resistencia a compresión, en las pruebas realizados para mortero con 5% y 10% de sustitución de arena gruesa por el caucho reciclado a los 7 días se obtuvo resistencias finales media de 192 kg/cm² y 164 kg/cm² respectivamente.

En relación al mortero patrón diseñado y elaborado en el Laboratorio de ensayo de materiales de la UNI, la resistencia promedio obtenida del diseño es 255 kg/cm² ensayado a los 7 días; resultando entonces que el valor obtenido del mortero con 5% de caucho reciclado es 75% del mortero patrón y para el mortero con 10% de caucho es 65% del valor obtenido por el mortero patrón. En base a los valores obtenidos de las pruebas en la tesis mencionada anteriormente se realizó las sustituciones de 5% y 10% en el presente proyecto.

V. CONCLUSIONES

- En el desarrollo del proyecto se consideró realizar un análisis granulométrico al caucho granulado reciclado con el objetivo de homogenizar la mezcla del agregado.
- Según los resultados obtenidos en el laboratorio de ensayo de materiales sobre el ensayo de resistencia a compresión en las pilas de albañilería hechas con mortero con sustitución de arena gruesa al 5% se puede observar, que el valor de resistencia a la compresión axial final es de 111.84 kg/cm², 46 kg/cm² por encima del valor mínimo establecido por la norma E 070 la cual es de $f'm = 65$ kg/cm². Este valor podría ser producto que en la investigación se optó por llenar los alveolos de los ladrillos para así poder llegar a la resistencia mínima nominal.
- Los resultados obtenidos en el laboratorio de ensayo de materiales sobre la prueba de resistencia a compresión en las pilas de albañilería hechas con mortero con sustitución de arena gruesa al 10% se puede observar, que la resistencia a la compresión axial final es de 98.52 kg/cm², 33 kg/cm² por encima del mínimo valor que indica la norma E 070 la cual es de $f'm = 65$ kg/cm².
- De la investigación y los resultados de laboratorio para la compresión diagonal sobre los muretes de albañilería se observa los resultados para muretes con mortero con sustitución de 5% de arena gruesa fue de $V'm = 11.06$ kg/cm² lo cual es aproximadamente 30% más que el valor mínimo de la norma E 070.
- El comportamiento del murete de albañilería con mortero con 10% de caucho reciclado, a través del ensayo a compresión diagonal resistió hasta una carga promedio máxima de 8730 kg, cuyo valor final de $V'm = 7.67$ kg/cm², resultando este valor ser el 95% del valor mínimo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones norma E 070.
- Para el mortero con sustitución de arena por el caucho reciclado al 5% se llevó a cabo la prueba de Resistencia a la compresión logrando obtener resultado promedio de $f'm = 198$ kg/cm² y obteniendo un $f'm = 192$ kg/cm² llegando a ser solo el 75% del valor del mortero patrón ensayado a la edad de 7 días.

- También para el mortero con sustitución de arena gruesa por caucho reciclado al 10% ensayado a la edad de 7 días el valor obtenido para la resistencia a la compresión fue de $f'm = 164 \text{ kg/cm}^2$, resultando ser el 65% del mortero patrón cuya resistencia promedio final es de 255 kg/cm^2 .

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar futuras investigaciones al mortero con adición de caucho reciclado en diferentes granulometrías, de preferencia menores a 1.5mm.
- Debido a los valores obtenidos para el ensayo a compresión axial en pilas se recomienda realizar más ensayos con diferentes porcentajes de caucho y con otros tipos de ladrillos.
- Es recomendable para futuras investigaciones no rellenar los alveolos de los ladrillos huecos sino hacerlos de manera tradicional para comprobar la resistencia obtenida.
- El transporte o movimientos de los especímenes se debe realizar con cuidado evitando que tengan golpes bruscos para evitar fracturas en las unidades de albañilería.
- Se recomienda respetar las indicaciones de las normas técnicas de albañilería, para el preparado de las unidades de albañilería antes y durante la construcción de edificaciones y para la realización de los ensayos.
- Para la elaboración de los especímenes se debe contar con mano de obra especializada en la construcción y seguir la normativa vigente.
- Los muretes y pilas elaborados no deben moverse del lugar de su construcción por lo menos durante los primeros 7 días de curado.

VII. REFERENCIAS

Bibliografía

- Alarcon Galindo, H. D. (2017), *Comportamiento estructural en muros de albañilería confinada compuesto por ladrillos de arcilla fabricados en Huancayo – Concepción – 2016*. Huancayo, Perú.
- Araoz & Velezmoro , (2012) *Reforzamiento de viviendas existentes construidas con muros confinados hechos con ladrillos pandereta - segunda etapa*. Lima – Perú.
- Cabanillas Huachua , E. R. (2017), *Comportamiento físico mecánico del concreto hidraulico adicionado con caucho reciclado*. Cajamarca, Perú.
- Cantanhede & Monge (2002). *Estado del Arte del Manejo de Llantas Usadas en Las Américas*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. OPS.
- Cuzco Naranjo, A. M. (2015), *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas entre el adoquín convencional y el adoquín de caucho*. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Clemente Cruz, J. (2017). *Estudio del mortero reciclado*. Lima, Perú
- Delarze Díaz, P. A. (2008). *Reciclaje de neumáticos y su aplicación en la construcción*. Valdivia, Chile.
- Estrada Rivera, J. C. (2016). *Estudio de propiedades físico mecánicas y de durabilidad del hormigon con caucho*. Barcelona, España.
- Estos son los países con mas autos per capita de América, (2018). recuperado de: <https://mundo.sputniknews.com/america-latina/201801061075226637-autos-percapita-america/>
- Guzman Rojas, Y. & Guzman Rojas, E. (2015). *Sustitución de los áridos por fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de concreto estructural en Chimbote*. Nuevo Chimbote, Perú
- Gonzáles Castro, A., Oseda Gago, D., Ramírez Rosales, F., & Gave Chagua, J. L. (2011). *¿Cómo aprender y enseñar investigación científica?* (1 ed.). (U. N. Huancavelica, Ed.) Huancavelica: UNH.
- Gualdrón Pernia, K. A (2011). *Estudio de las características de los morteros con adiciones provenientes de neumaticos fuera de uso (NFUs)*. Madrid, España.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. D. (2010). *Metodología de la investigación*. Interamericana Editores.
- Ledezma Chumbes, F. & Yauri Huiza, W. (2018). *Diseño de mezcla de concreto para elaboración de adoquines con material reciclado de neumáticos en la provincia de Huancavelica, Lircay, Perú*.

- Luna Morocho, P. M. (2013). *Estudio de la aplicación potencial de compuestos obtenidos con residuos de caucho reciclado provenientes de Continental Tire Andina como materiales estructurales*, Cuenca Ecuador.
- Magallanes Reyes, C. A. & Guillen Solari, I. C. (2014). *Experiencias en el tratamiento de neumáticos fuera de uso en Iberoamérica*. Informe de investigación, Lima, Perú.
- Mata Navarro, Pamela. (2011). *Análisis y evaluación comparativa entre los morteros fabricados en sitio e industrializados, para la empresa Pedregal*. Costa Rica.
- Martin Vignart, J. (2010). *Problemática del neumático fuera de uso, reciclado y su posterior aplicación industrial y comercial*. Buenos Aires, Argentina.
- Meza Hajar, F. E. (2004). *Estudio de mortero de mediana a baja resistencia de cemento, con adición de cal aérea*. Lima, Peru.
- Morante Portocarrero, A. A. (2008). *Mejora de la adherencia mortero - ladrillo de concreto*. Lima, Perú.
- Molina Escobar, K. A. (2006). *Evaluación de morteros para albañilería y revestimientos elaborados a base de cementos mezclados con escoria de hornos*. Guatemala, Guatemala.
- Norma Técnica E. 070. (2006) *Albañilería* Reglamento Nacional de Edificaciones
- NTP 339.185. Agregados. *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI. Lima, Perú.
- NTP 400.012. *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI. Lima, Perú.
- NTP 400.017. *Métodos de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI. Lima, Perú.
- NTP 400.022. Agregados. *Método de ensayo normalizado para la densidad y densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI. Lima, Perú.
- Rivva, Lopez . (1992). *Diseño de mezclas. Tecnología del concreto*, Lima Perú.
- Suárez, I., & Mujica, E. (2016). *Bloques de concreto con material reciclable de caucho para obras de edificación* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de san Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú.
- Saborido Pantoja, D. I. (2017). *Análisis técnico - económico del uso de caucho reciclado como remplazo de arenas en morteros*. Universidad Andrés Bello, Santiago de Chile, Chile.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Cómo influye el uso de mortero con caucho reciclado en el comportamiento mecánico del muro de albañilería confinada, en San Juan de Lurigancho, Lima - 2018?	Determinar el comportamiento mecánico de un muro de albañilería confinada al usar mortero con caucho reciclado, en San Juan de Lurigancho, Lima-2018.	Al utilizar mortero con caucho reciclado, se modificará el comportamiento mecánico del muro de albañilería confinada, en San Juan de Lurigancho, Lima – 2018.	V.D. Comportamiento mecánico del muro de albañilería	Compresión Axial	Ensayo de resistencia a la compresión axial a los 14 días
				Compresión diagonal	Ensayo de resistencia a la compresión diagonal a los 14 días.
				Resistencia a la compresión	Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS			
¿Cuál será la resistencia a compresión axial del muro de albañilería al utilizar mortero con caucho reciclado, en San Juan de Lurigancho, Lima- 2018?	Determinar la resistencia a compresión axial del muro de albañilería al utilizar mortero con caucho reciclado en San Juan de Lurigancho, Lima-2018	Al utilizar el mortero con caucho reciclado en los muros de albañilería, se obtendrá valores de resistencia a la compresión axial mayores a lo especificado por la norma E. 070.		Dosificación de agregados	Granulometría del agregado
¿Cuál será la resistencia a compresión diagonal del muro de albañilería al utilizar mortero con caucho reciclado en San Juan de Lurigancho, Lima-2018?	Determinar la resistencia a compresión diagonal del muro de albañilería al usar mortero con caucho reciclado en San Juan de Lurigancho, Lima - 2018.	La utilización del mortero con caucho reciclado en muros de albañilería confinada disminuirá respecto al valor de la resistencia a compresión diagonal requerido por la norma E.070.	V.I. Mortero con caucho reciclado	Dosificación de cemento	Tipo de cemento
¿Cuál será la resistencia a la compresión del mortero con caucho reciclado utilizado en la construcción de muro de albañilería, en San Juan de Lurigancho, Lima-2018?	Analizar la resistencia a la compresión del mortero de albañilería para su uso en la construcción de muros de albañilería de San Juan de Lurigancho, Lima-2018.	La resistencia a la compresión del mortero con caucho en muros de albañilería confinada disminuirá en proporción a la sustitución de la arena gruesa por el caucho reciclado.		Dosificación de Caucho	Granulometría de Caucho

Anexo 2

Instrumento de recolección de datos (granulometría)

	LEM-FIC-UNI		Código:	F01-AT-PR-18	
	GRANULOMETRIA DEL AGREGADO		Versión:	05	
			Página:	01	
			Fecha:	14/03/2016	

N° EXPEDIENTE: _____

SOLICITANTE: _____ FECHA: _____

1.0 AGREGADO GRUESO

Tamiz	Peso Ret. (g)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
N° 4				
FONDO				
TOTAL		M.F.		

Tipo: _____

Cantera: _____

Peso Muestra: _____

Secado de Muestra:

FECHA:	HORA:
INICIO DE SECADO	
FIN DE SECADO	

2.0 AGREGADO FINO

Tamiz	Peso Ret. (g)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
3/8"				
N° 4	15.6			
N° 8	153.8			
N° 16	181.5			
N° 30	124.8			
N° 50	69.8			
N° 100	29.9			
FONDO	24.6			
TOTAL	600g	M.F.		

Tipo: _____

Cantera: _____

Peso Muestra: _____

HORNO:

BALANZA:

TAMIZADORA:

3.0 HORMIGÓN

Tamiz	Peso Ret. (g)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
N° 4				
N° 8				
N° 16				
N° 30				
N° 50				
N° 100				
FONDO				
TOTAL		M.F.		

Tipo: _____

Cantera: _____

Peso Muestra: _____

Realizado por:

Técnico: _____

Ingeniero responsable: _____

Anexo 3

Instrumento de recolección de datos (peso específico)

	LEM – FIC - UNI	Código:	F01-AT-PR-22	
	PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN EN AGREGADOS	Verión:	02	
		Página:	01	
		Fecha:	25-09-2013	

SOLICITANTE (Expediente): _____ FECHA: _____

1.0. AGREGADO FINO

Basado en la Norma Técnica: NTP 400.022

Tipo de muestra: ARENA GRUESA Procedencia: _____

Peso de la arena superficialmente seca	500 gr
Peso de la arena superficialmente seca + peso del balón + peso del agua	1008.4 gr
Peso del balón	197.2
Peso del agua W	311.2
Peso de la arena seca al horno A	
Volumen del balón V	500 ML

Peso específico de masa $A/(V - W)$	
Peso específico de masa superficialmente seco $500/(V - W)$	
Peso específico aparente $A/(V - W) - (500 - A)$	
Porcentaje de absorción $(500 - A) X 100/A$	

2.0. AGREGADO GRUESO

Basado en la Norma Técnica: NTP 400.022

Tipo de muestra: _____ Procedencia: _____

Peso de la muestra secada al horno A	
Peso de la muestra saturada superficialmente seca B	
Peso de la muestra saturada en agua + peso de la canastilla	
Peso de la canastilla	
Peso de la muestra saturada en agua C	

Peso específico de masa $A/(B - C)$	
Peso específico de masa superficialmente seco $B/(B - C)$	
Peso específico aparente $A/(A - C)$	
Porcentaje de absorción $(B - A) X 100/A$	

3.0. HORMIGÓN

Tipo de muestra: _____ Procedencia: _____

Peso de la muestra secada al horno A	
Peso de la muestra saturada superficialmente seco B	
Volumen de agua desplazada C	

Peso específico de masa A/C	
Peso específico de masa superficialmente seco B/C	
Porcentaje de absorción $(B - A) X 100/A$	

Realizado por:

Técnico: _____ Ing. Responsable: _____

Anexo 4

Instrumento de recolección de datos (peso unitario)

	LEM - FIC - UNI		Código:	F01-AT-PR-20	
	PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE HUMEDAD EN AGREGADOS		Versión:	02	
			Página:	01	
			Fecha:	25-09-2013	

SOLICITANTE: _____ FECHA _____

1.0. IDENTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

	Ag. Fino	Ag. Grueso	Hormigón
Tipo			
Procedencia			

2.0. PESO UNITARIO

A. PESO UNITARIO SUELTO

	Ag. Fino	Ag. Grueso	Hormigón
Peso de la muestra + Recipiente (Kg)	6106.9		
Peso del recipiente (Kg)	1,576		
Peso de la muestra (Kg)			
Volumen del recipiente (m3)			
Peso unitario suelto (Kg / m3)			

B. PESO UNITARIO COMPACTADO

	Ag. Fino	Ag. Grueso	Hormigón
Peso de la muestra + Recipiente (Kg)	6646.6		
Peso del recipiente (Kg)	1,576		
Peso de la muestra (Kg)			
Volumen del recipiente (m3)			
Peso unitario compactado (Kg / m3)			

3.0. CONTENIDO DE HUMEDAD

	Ag. Fino	Ag. Grueso	Hormigón
Peso de la muestra en estado ambiental (g)	500 gr		
Peso de la muestra seca al horno (g)	493.8 gr		
Peso del agua perdida (g)	6.2 gr		
Contenido de humedad (%)	1.26%		

4.0. OBSERVACIONES

Realizado por:

Técnico: _____ Ing. Responsable: _____

Anexo 5
Informe del Diseño de mezcla de mortero (Hoja 1)



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



Pág. 1 de 3

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : LABARRERA GRADOS LUIS A. /MESÍAS CHAMPI PIERO G.
Obra : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA AGREGANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMATICOS EN SJL, LIMA-2018
Ubicación : SAN JUAN DE LURIGANCHO
Asunto : Diseño de mortero $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
Expediente N° : 18-3661
Recibo N° : 62576
Fecha de emisión : 30/10/2018

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:

Se utilizó cemento SOL tipo I, proporcionado por el solicitante.

1.2 Agregado Fino:

Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera UNICON.
Las características se indican en el ANEXO 1.

1.3 Agua:

Se uso agua potable procedente de la red UNI.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
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.



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 6
Informe del Diseño de mezcla (Hoja 2)



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



Expediente N° : 18-3661

Pág. 2 de 3

2.0 DISEÑO DE MORTERO FINAL (f'c = 175 Kg/cm²) CEMENTO SOL tipo I

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación	f'c = 175	Kg/cm²
Fluidez	110	
Relación a/c de diseño	0.62	
Relación a/c de obra	0.60	
Proporciones de diseño	1 : 2.88 / 26.35	Lt/bc
Proporciones de obra	1 : 2.92 / 25.68	Lt/bc

2.2 CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR m³ DE MORTERO

Cemento	492	Kg.
Arena	1417	Kg.
Agua	305	L.

2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE MORTERO EN OBRA

Cemento	492	Kg.
Arena	1435	Kg.
Agua	297	L.

2.4 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	42.50	Kg.
Arena	123.96	Kg.
Agua	25.68	L.

2.5 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

	CEMENTO	ARENA
Proporciones	1	2.71
Agua	25.68	L/bolsa

3.0 OBSERVACIONES:

- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- 2) Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
Técnico : Srta. K.H.A.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
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.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 7
Informe del Diseño de mezcla (Hoja 3)



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



ANEXO 1

Expediente N° : 18-3661

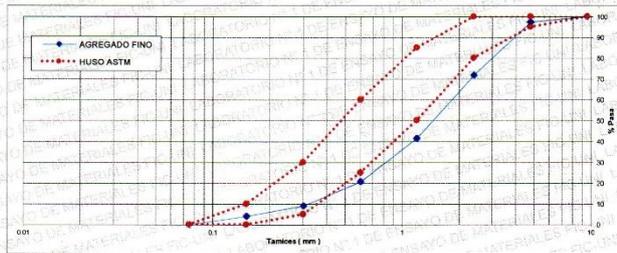
1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :

ARENA GRUESA procedente de la cantera UNICON.

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (Pulg)	(mm)	% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA HUSO ASTM
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	2.6	2.6	97.4	95 - 100
N°8	2.38	25.6	28.2	71.8	80 - 100
N°16	1.19	30.3	58.5	41.5	50 - 85
N°30	0.6	20.8	79.3	20.7	25 - 60
N°50	0.3	11.6	90.9	9.1	5 - 30
N°100	0.15	5.0	95.9	4.1	0 - 10
FONDO		4.1	100.0	0.0	

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	3.55
Peso Unitario Suelto (Kg/m³)	1,600
Peso Unitario Compactado (Kg/m³)	1,790
Peso Específico	2.63
Contenido de Humedad (%)	1.26
Porcentaje de Absorción (%)	0.70

2. OBSERVACIONES:

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

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
Técnico : Srta. K.H.A.



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 8

Informe de Resistencia a compresión del mortero patrón.



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

Camara de Ingeniería Civil Acreditada por
ABET
Accreditation Board for engineering and Technology
Engineering Technology Accreditation Commission

INFORME

Del A : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
Obra : LABARRERA GRADOS LUIS A. /MESÍAS CHAMPI PIERO G
Ubicación : COMPORTAMIENTO DE MURO PORTANTE UTILIZANDO MORTERO CON CAUCHO RECICLADO EN VIVIENDAS DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA - 2018
Asunto : SAN JUAN DE LURIGANCHO
Expediente N° : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Morteros
Recibo N° : 18-3661
Fecha de emisión : 62576
Fecha de emisión : 10/12/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Especímenes cúbicos de mortero de 5 cm. de lado.
 Cemento: 500.0 g
 Arena proporcionada por el solicitante: 1458.3 g
 Agua: 302.1 g
 Fluidez*: 114%
 *Medición realizada siguiendo las indicaciones de la norma ASTM C 1437

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ELE INTERNATIONAL

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia ASTM C 109 "Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 50mm Cube Specimens)"

4.0. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (KN)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
1	M1	30/10/2018	06/11/2018	26.0	66.55	256
2	M2	30/10/2018	06/11/2018	26.0	65.80	253
3	M3	30/10/2018	06/11/2018	26.0	67.80	261
4	M4	30/10/2018	06/11/2018	26.0	67.86	261
5	M5	30/10/2018	06/11/2018	26.0	66.90	257

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

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Srta. K.H.A.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 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 9

Análisis granulométrico del caucho reciclado



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DEL : Laboratorio N° 1 Ensayo de materiales

A : Labarrera grados Luis/Mesias Champi Piero

FECHA : 30/10/2018

3. Características del agregado grueso (caucho granular)

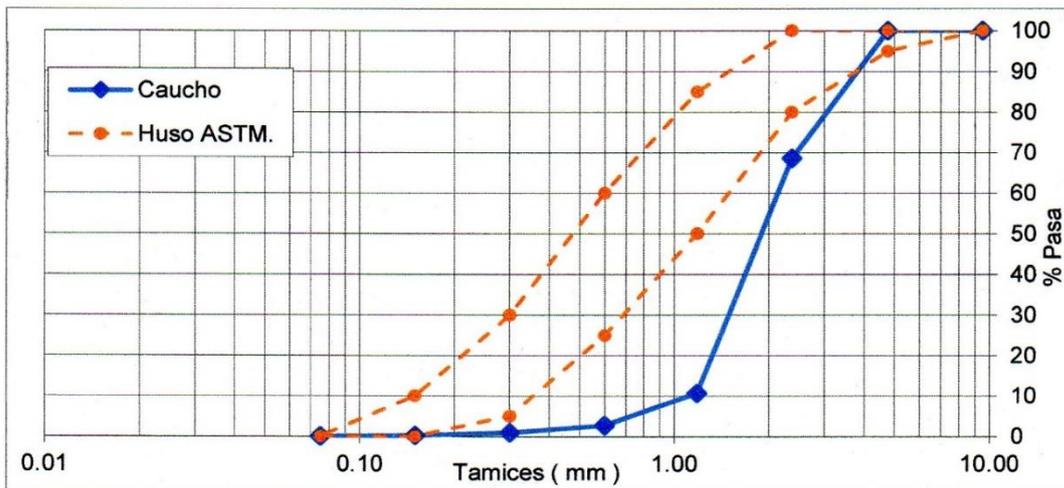
Consiste en una muestra de caucho granular

Muestra: 525 g

E) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		peso	%	%RET	%	% PASA
(pulg)	(mm)	retenido (g)	RET.	ACUM.	PASA	HUSO ASTM
3/8"	9,5	0.0	0,0	0.0	100	100
N°4	4,75	0.0	0,0	0.0	100	95 - 100
N°8	2,36	165.29	31.4	31.4	68.6	80 - 100
N°16	1,18	304.3	57.9	89.3	10.7	50 - 85
N°30	0,6	410.4	8	97.3	2.7	25 - 60
N°50	0,3	9.34	1.8	99.1	0.9	5.0-30
N°100	0,15	3.73	0.7	99.8	0.2	0 - 10
FONDO	0.0	1.24	0.2	100,0	0.0	

F) CURVA GRANULOMETRÍA



Anexo 10

Informe resistencia a compresión del mortero al 5% de caucho reciclado



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

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por
ABET
 Accreditation Board for Engineering and Technology
 Engineering Technology Accreditation Commission

INFORME

Del **A** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 Obra **B** : LABARRERA GRADOS LUIS, MESIAS CHAMPI PIERO G.
 Asunto **C** : COMPORTAMIENTO DE MURO PORTANTE UTILIZANDO MORTERO CON CAUCHO RECICLADO EN VIVIENDAS DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA - 2018
 Expediente N° : 18-4433-1
 Recibo N° : 63381
 Fecha de emisión : 05/12/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 3 especímenes cúbicos de mortero.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK.
 Certificado de Calibración LFP-274-2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 334.051.2013

4.0. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
1	CUBOS 5% CAUCHO	27/11/2018	05/12/2018	25.2	5.150	204
2	CUBOS 5% CAUCHO	27/11/2018	05/12/2018	25.4	4.986	196
3	CUBOS 5% CAUCHO	27/11/2018	05/12/2018	25.9	5.037	194

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

Hecho por : Lic. J. Basurto P
 Técnico : Sr. A.A.G.





 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 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.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 11

Informe de resistencia a compresión del mortero con 10% de caucho reciclado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

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



INFORME

Del A : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 Obra : LABARRERA GRADOS LUIS, MESIAS CHAMPI PIERO G.
 Asunto : COMPORTAMIENTO DE MURO PORTANTE UTILIZANDO MORTERO CON CAUCHO RECICLADO EN VIVIENDAS DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA - 2018
 Expediente N° : 18-4433-2
 Recibo N° : 63381
 Fecha de emisión : 05/12/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 3 especímenes cúbicos de mortero.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK.
 Certificado de Calibración LFP-274-2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 334.051:2013.

4.0. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
1	CUBOS 10% CAUCHO	27/11/2018	05/12/2018	25.1	4,193	167
2	CUBOS 10% CAUCHO	27/11/2018	05/12/2018	25.3	4,550	180
3	CUBOS 10% CAUCHO	27/11/2018	05/12/2018	25.5	4,285	168

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

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.G.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 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 12

Informe de laboratorio, ensayo a compresión axial en pilas de albañilería, mortero con 5% de caucho reciclado.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

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

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales

A : LA BARRERA GRADOS LUIS Y MESIAS CHAMPI PIERO

Obra : COMPORTAMIENTO DE MURO PORTANTE UTILIZANDO MORTERO CON CAUCHO RECICLADO EN VIVIENDAS DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA - 2018

Ubicación : AV. PRIMAVERA S/N VILLA MARIA DEL TRIUNFO

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

Expediente N° : 18-4403

Recibo N° : 63349

Fecha de emisión : 06/12/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Los pilas fueron elaborados por el solicitante en la fecha de obtención indicado en los resultados, con ladrillos de arcilla cocida, king kong de 18 huecos, marca PIRAMIDE. Las pilas fueron elaborados con un mortero con 5% de caucho reciclado. Todos los alveolos de las unidades fueron rellenos con mortero. Espesor de junta: 1,5 cm.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO
Certificado de calibración SNM: CMC-053-2018

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 BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ÁREA BRUTA (Kg/cm ²)
			LARGO	ANCHO	ALTURA				
P - 1	18/11/2018	05/12/2018	22.9	12.5	51.0	286	31700	1.10	122
P - 2	18/11/2018	05/12/2018	22.8	12.4	51.0	283	30500	1.10	119
P - 3	18/11/2018	05/12/2018	22.7	12.3	51.0	279	34100	1.10	134

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 : Sr. R. V. M.

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
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.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

Anexo 13

Informe de laboratorio, resistencia a compresión axial en pilas de albañilería con mortero al 10% de caucho reciclado

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

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

INFORME

De: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A: LA BARRERA GRADOS LUIS Y MESIAS CHAMPI PIERO
Obra: COMPORTAMIENTO DE MURO PORTANTE UTILIZANDO MORTERO CON CAUCHO RECICLADO EN VIVIENDAS DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA - 2018
Ubicación: AV. PRIMAVERA S/N VILLA MARIA DEL TRIUNFO
Asunto: Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería
Expediente N°: 18-4403
Recibo N°: 63349
Fecha de emisión: 06/12/2018

1.0. DE LA MUESTRA: Las pilas fueron elaborados por el solicitante en la fecha de obtencion indicado en los resultados, con ladrillos de arcilla cocida, king kong de 18 huecos, marca PIRAMIDE. Las pilas fueron elaborados con un mortero con 10% de caucho reciclado. Todos los alveolos de las unidades fueron rellenados con mortero. Espesor de junta: 1.5 cm.

2.0. DEL EQUIPO: Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO. Certificado de calibración SNM: CMC-053-2018

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 BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ÁREA BRUTA (Kg/cm ²)
			LARGO	ANCHO	ALTURA				
P - 1	18/11/2018	05/12/2018	22.7	12.2	51.0	277	26500	1.10	110
P - 2	18/11/2018	05/12/2018	22.7	12.3	51.0	279	28300	1.10	117
P - 3	18/11/2018	05/12/2018	22.9	12.5	51.0	286	25600	1.10	103

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.
 Sr. R. V. M.

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 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) 384-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

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

Anexo 14

Informe de laboratorio, resistencia a compresión diagonal con mortero al 5% de caucho reciclado



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

Correría de Ingeniería Civil Acreditada por
ABET
Accreditation Board for engineering and Technology
Engineering Technology Accreditation Commission

INFORME

Del:
A:
Obra:
Asunto:
Expediente N°:
Recibo N°:
Fecha de emisión:

: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
: LA BARRERA GRADOS LUIS Y MESIAS CHAMPI PIERO
: COMPORTAMIENTO DE MURO PORTANTE UTILIZANDO MORTERO CON CAUCHO RECICLADO EN VIVIENDAS DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA - 2018
: Ensayo de Compresión Diagonal en muretes de Albañilería
: 18-4403
: 63349
: 06/12/2018

1.0. DE LAS UNIDADES
2.0. DE LOS MURETES
3.0. CONDICIONES AMBIENTALES
4.0. DEL EQUIPO
5.0. MÉTODO DE ENSAYO
6.0. RESULTADOS

: Los muretes fueron elaborados por el solicitante en la fecha de obtención indicado en los resultados, con ladrillos de arcilla cocida, king kong de 18 huecos, marca PIRAMIDE.

: Los muretes fueron elaborados por el cliente utilizando un mortero con 5% de caucho reciclado.

: Temperatura ambiente = 22.5 °C H.R. = 67.2%

**: Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de Calibración: CMC-053-2018
 Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.**

**: Normas de referencia NTP 399.621:2015 y E-070 del RNE.
 Procedimiento interno AT-PR-08.**

MUESTRA	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	DÍAS	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm²)
				LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
M - 1	18/11/2018	05/12/2018	17	61.7	63.0	12.3	786.9	11200	11.9
M - 2	18/11/2018	05/12/2018	17	61.5	62.1	12.2	754.0	13200	14.2
M - 3	18/11/2018	05/12/2018	17	62.0	63.1	12.3	769.4	10900	11.5

7.0. OBSERVACIONES:

Hecho por Técnico: **Mag. Ing. C. Villegas M.**
Sr. R. V. M.

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.

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





Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio



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 15

Informe de laboratorio, resistencia al corte en muretes con mortero al 10% de caucho reciclado

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
ABET
 Accreditation Board for engineering and Technology
 Engineering Technology Accreditation Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : LA BARRERA GRADOS LUIS Y MESIAS CHAMPI PIERO
Obra : COMPORTAMIENTO DE MURO PORTANTE UTILIZANDO MORTERO CON CAUCHO RECICLADO EN VIVIENDAS DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA - 2018
Asunto : Ensayo de Compresión Diagonal en muretes de Albañilería
Expediente N° : 18-4403
Recibo N° : 63349
Fecha de emisión : 06/12/2018

1.0. DE LAS UNIDADES : Los muretes fueron elaborados por el solicitante en la fecha de obtención indicado en los resultados, con ladrillos de arcilla cocida, king kong de 18 huecos, marca PIRAMIDE.
2.0. DE LOS MURETES : Los muretes fueron elaborados por el cliente utilizando un mortero con 10% de caucho reciclado.
3.0. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura ambiente = 22.5 °C H.R. = 67.2%
4.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de Calibración: CMC-053-2018
 Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.
5.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.621:2015 y E-070 del RNE
 Procedimiento interno AT-PR-08.
6.0. RESULTADOS :

MUESTRA	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	DÍAS	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	COMPRESION DIAGONAL (Kg/cm ²)
				LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
M - 1	18/11/2018	05/12/2018	17	62.0	64.3	12.5	789.4	8500	8.8
M - 2	18/11/2018	05/12/2018	17	61.5	63.9	12.4	777.5	7500	7.8
M - 3	18/11/2018	05/12/2018	17	62.0	64.0	12.5	787.5	10200	10.5

7.0. 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.
 Sr. R. V. M.

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 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.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

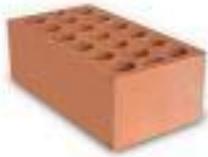
Anexo 16

Especificaciones Técnicas ladrillo KK 18 huecos



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:		
Mezcla de arcillas.				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 Min. 23.5 Máx.
		Ancho	cm	12.5	3%	12.1 Min. 12.9 Máx.
		Alto	cm	9.0	3%	8.7 Min. 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	Min. 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 Sto. Piso - of. 501, Telf.: (0511) 422-2468 / Fax: (0511) 440-2675

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

www.ladrillopiramide.com

Anexo 17

Certificación de calidad ISO 9001 del LEM-UNI

Certificate PE13/175222
The management system of

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO N° 1
DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"
Av. Túpac Amaru 210 - Rímac
Lima - Perú

has been assessed and certified as meeting the requirements of
ISO 9001:2015
For the following activities

"Ensayos de Materiales de Construcción en Agregados, Concreto, Albañilería, Madera, Acero y Cemento, desde la Solicitud de Servicio hasta la emisión de los Informes de Ensayo de muestras proporcionadas por los clientes externos"

"Building material's Tests in Aggregates, Concrete prisms, Masonry units, Wood, Steel rebars and Cement from the service request to the emission of reports of samples provided by external customers"

This certificate is valid from June 08, 2018 until July 23, 2019
Following a certification audit on April 12, 2018
and remains valid subject to satisfactory surveillance audits.
Re certification audit due before April 23, 2019
Issue 3. Certified since July 25, 2013

Authorised by



SGS United Kingdom Ltd
Rossmore Business Park Ellesmere Port Cheshire CH85 3EN UK
t +44 (0)151 350-6666 f +44 (0)151 350-6600 www.sgs.com

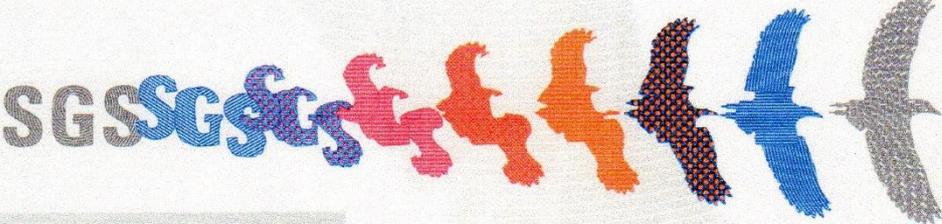
HC SGS 9001 2015 0118

Page 1 of 1





0005

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Certification Services accessible at www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Attention is drawn to the limitations of liability, indemnification and jurisdictional issues established therein. The authenticity of this document may be verified at <http://www.sgs.com/en/Our-Company/Certified-Client-Directories/Certified-Client-Directories.aspx>. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

Anexo 18

Calibración Equipo compresión uniaxial ELE (Hoja 1)



7

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-100-2017**

Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería
Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería
Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera " FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.
Tipo de equipo : Máquina de compresión axial eléctrico-hidráulica Versa Tester.
Capacidad del equipo : 27000 kgf.
Marca : ELE-INTERNATIONAL
N° de serie : 0001
Modelo : 45-7564/06
N° de serie del panel : No Indica
Procedencia : USA
Código Interno UNI : MAUDC-1
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,6°C / 66%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,5°C / 65%
Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8517, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-8517B0416
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2017-10-26

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2017-11-01	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ LAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

Anexo 19

Calibración Equipo compresión uniaxial ELE (Hoja2)



Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
8	20	18,78	18,70	18,74	18,74	6,7	0,3
15	40	38,85	38,67	38,90	38,81	3,1	0,2
23	60	59,03	59,10	59,13	59,09	1,5	0,2
31	80	78,93	79,00	79,03	78,99	1,3	0,2
38	100	99,07	99,03	99,07	99,06	1,0	0,1
46	120	118,91	119,00	119,23	119,05	0,8	0,1
54	140	139,28	139,40	139,36	139,35	0,5	0,1
69	180	179,70	179,52	179,55	179,59	0,2	0,1
85	220	219,65	219,33	220,00	219,66	0,2	0,1
100	260	259,88	259,75	259,84	259,82	0,1	0,1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



Anexo 20

Calibración equipo para compresión axial en pilas (Hoja 1)



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMC-053-2018

Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería

Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería

Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera " FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.

Tipo de equipo : Máquina Universal N° 2

Capacidad del equipo : 20,000 kgf ; 50,000 kgf ; 10,000 kgf ; 5,000 kgf ; 100,000 kgf.

División de escala : 20 kgf ; 100 kgf ; 10 kgf ; 10 kgf ; 100 kgf.

Marca : TOKYOKOKI SEIZOSHO

N° de serie del equipo : 177 T 128

Código Interno UNI : MUNV-2

Panel digital : Analógico.

Número serie panel digital : N.I.

Procedencia : JAPAN.

Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,9°C / 67%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 22,3°C / 69%

Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-829411216

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2018-05-18

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-05-19	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA INGENIERO CIVIL Reg del CIP N° 84286

CMC-053-2018

Página 1 de 4

Anexo 21

Calibración equipo para compresión axial en pilas (Hoja 2)

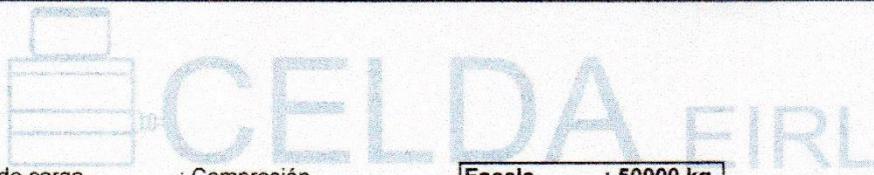


Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Escala : 20000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso (kgf)	2° ascenso (kgf)	3° ascenso (kgf)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	2000	2026	2042	2034	2034	-1,7	0,2
20	4000	4037	4044	3973	4018	-0,4	0,1
30	6000	5959	5955	6024	5979	0,3	0,1
40	8000	8015	7986	7940	7980	0,2	0,1
50	10000	9927	10033	9972	9977	0,2	0,1
60	12000	11922	11971	11998	11964	0,3	0,1
70	14000	14006	13983	13944	13978	0,2	0,1
80	16000	15893	15870	15930	15898	0,6	0,1



Dirección de carga : Compresión

Escala : 50000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso (kgf)	2° ascenso (kgf)	3° ascenso (kgf)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	5000	5177	5137	5096	5137	-2,7	0,2
20	10000	10129	10167	10117	10138	-1,4	0,2
30	15000	15162	15132	15121	15138	-0,9	0,1
40	20000	20213	20182	20169	20188	-0,9	0,1
50	25000	25197	25162	25141	25167	-0,7	0,1
60	30000	30251	30276	30189	30239	-0,8	0,1
70	35000	35348	35370	35265	35328	-0,9	0,1
80	40000	40349	40282	40296	40309	-0,8	0,1
90	45000	45345	45275	45239	45286	-0,6	0,1



Anexo 22

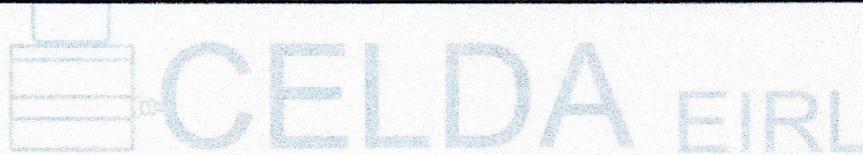
Calibración equipo para compresión axial en pilas(Hoja 3)



Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión Escala : 10000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso (kgf)	2° ascenso (kgf)	3° ascenso (kgf)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	1000	993	1038	1009	1013	-1,3	0,2
20	2000	2020	1998	1981	1993	0,4	0,1
30	3000	2984	3029	3005	3006	-0,2	0,1
40	4000	3981	3992	3966	3980	0,5	0,1
50	5000	4978	4951	4962	4964	0,7	0,1
60	6000	5970	5988	5926	5961	0,6	0,1
70	7000	6946	6947	6957	6950	0,7	0,1
80	8000	7987	7965	7944	7965	0,4	0,1



Dirección de carga : Compresión Escala : 5000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso (kgf)	2° ascenso (kgf)	3° ascenso (kgf)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	500	457	480	480	472	5,9	0,2
20	1000	1007	1011	945	988	1,2	0,2
30	1500	1460	1464	1503	1476	1,6	0,2
40	2000	1963	1982	1973	1973	1,4	0,2
50	2500	2494	2487	2462	2481	0,8	0,1
60	3000	2967	2974	2990	2977	0,8	0,1
70	3500	3486	3469	3454	3470	0,9	0,1
80	4000	3937	3974	3980	3964	0,9	0,1



Anexo 23

Calibración equipo para compresión axial en pilas (hoja 4)



Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Escala : 100000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	10000	10459	10478	10472	10470	-4,5	0,4
20	20000	20263	20255	20163	20227	-1,1	0,2
30	30000	30201	30062	30179	30147	-0,5	0,1
40	40000	39992	39965	40022	39993	0,0	0,1
50	50000	49852	49916	49859	49876	0,2	0,1
60	60000	59955	59719	59739	59804	0,3	0,1
70	70000	69790	69776	69675	69747	0,4	0,1
80	80000	79516	79626	79507	79550	0,6	0,1
90	90000	89356	89486	89256	89366	0,7	0,1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado



Anexo 24

Certificado calibración para ensayo a compresión de mortero con caucho (Hoja 1)



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración

LFP - 274 - 2018

Página 1 de 4

Expediente	99772
Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Dirección	Av. Tupac Amaru 210 - Rímac
Instrumento de Medición	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL
Intervalo de Indicaciones	0 kN a 3 000 kN (*)
Resolución	0,1 kN
Marca	TONI TECHNIK
Modelo	2091
Número de Serie	061
Procedencia	ALEMANIA
Clase de Exactitud	NO INDICA
Fecha de Calibración	2018-06-28

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).

La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Area de Mecánica	Laboratorio de Fuerza y Presión
 2018-07-02	 ALBO QUIROGA ROJAS Dirección de Metrología	 LEONARDO DE LA CRUZ GARCIA Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>

Anexo 25

Certificado calibración para ensayo a compresión de mortero con caucho (Hoja 2)



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 274 – 2018

Página 2 de 4

Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials-Verification of static uniaxial testing machines"

Lugar de Calibración

Laboratorio N°1 - Laboratorio de Ensayo de Materiales - LEM
Av. Tupac Amaru 210 Rimac

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19,4°C	19,7°C

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia de Laboratorio Acreditado DAKKS D-K-12029-01-00	Transductor de Fuerza LFP 02 038 Clase 0,5	63753 / D-K-12029-01-00 DE : 2017-08-10

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.
(*) La máquina de ensayo fue calibrada en el intervalo de indicaciones de 0 kN a 2 700 kN

Anexo 26

Certificado de calibración para ensayo a compresión de mortero con caucho (Hoja 3)



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración

LFP – 274 – 2018

Página 3 de 4

Resultados de Medición

Dirección de Carga : Compresión

Indicación de Fuerza de la Máquina de Ensayo		Indicación en el transductor de fuerza patrón					Promedio	Error
		1ª Serie Ascenso	2ª Serie Ascenso	3ª Serie		4ª Serie - Accesorios Ascenso		
(%)	(kN)	(kN)	(kN)	Ascenso	Descenso	(kN)	(kN)	
10	300,0	297,1	297,5	296,5	-----	-----	297,0	3,0
20	600,0	597,8	595,0	597,5	-----	-----	596,8	3,2
27	800,0	798,2	798,7	798,1	-----	-----	798,3	1,7
33	1 000,0	999,0	998,5	998,4	-----	-----	998,6	1,4
40	1 200,0	1 199,6	1 200,1	1 200,5	-----	-----	1 200,1	-0,1
47	1 400,0	1 401,3	1 402,2	1 400,6	-----	-----	1 401,4	-1,4
53	1 600,0	1 603,1	1 603,2	1 602,5	-----	-----	1 602,9	-2,9
60	1 800,0	1 804,5	1 805,3	1 803,7	-----	-----	1 804,5	-4,5
67	2 000,0	2 006,6	2 007,1	2 005,3	-----	-----	2 006,3	-6,3
90	2 700,0	2 716,6	2 718,1	2 710,9	-----	-----	2 715,2	-15,2

Errores Encontrados del Sistema de Medición de Fuerza

Valor Nominal		Errores Relativos encontrados en %					Incertidumbre del error de exactitud U (%) k=2	
		Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución Relativa	Error con Accesorios		
(%)	(kN)	a	b	v	a		U (%)	
10	300,0	1,01	0,34	-----	0,03	-----	0,20	
20	600,0	0,54	0,47	-----	0,02	-----	0,30	
27	800,0	0,21	0,08	-----	0,01	-----	0,07	
33	1 000,0	0,14	0,06	-----	0,01	-----	0,07	
40	1 200,0	-0,01	0,07	-----	0,01	-----	0,07	
47	1 400,0	-0,10	0,11	-----	0,01	-----	0,08	
53	1 600,0	-0,18	0,04	-----	0,01	-----	0,07	
60	1 800,0	-0,25	0,09	-----	0,01	-----	0,07	
67	2 000,0	-0,31	0,09	-----	0,01	-----	0,07	
90	2 700,0	-0,56	0,27	-----	0,00	-----	0,17	
Error relativo de cero f_0		-0,04						

Clase de la escala de la máquina	Valor máximo permitido % Según la Norma ISO 7500 - 1				
	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución Relativa	Cero f_0
	a	b	v	a	
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,0	± 1,5	0,5	± 0,1
2	± 2,0	2,0	± 3,0	1,0	± 0,2
3	± 3,0	3,0	± 4,5	1,5	± 0,3

kN= kilonewton

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe

Anexo 27

Certificado de calibración para ensayo a compresión en mortero con caucho (Hoja 4)



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 274 – 2018

Página 4 de 4

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas Guía ISO 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

Anexo 28

Mezclado de mortero patrón.



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 29

Determinación de la fluidez mortero patrón.



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 30

Preparación de los moldes para el mortero



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 31

fraguado de los moldes para encontrar la relación a/c apropiada para $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 32

Mezclado de agregados para el mortero con caucho reciclado.



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 33

Construcción de muretes con mortero de caucho reciclado.



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 34

Verificación de que el murete este a nivel.



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 35

Muretes y pilas terminados



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 36

Curado de los cubitos de mortero con caucho



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 37

Refrentado de pilas



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 38

Traslado de especímenes al laboratorio



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 39

Falla a compresión el pilas



Fuente: Elaboración Propia

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, María Ysabel García Álvarez, docente de la Facultad y Escuela Profesional Ingeniería Civil De la Universidad César Vallejo (Lima este), revisor (a) de la tesis titulada

“Comportamiento mecánico del mortero con adición de caucho para muros de albañilería confinada en San Juan de Lurigancho, Lima-2018”, del estudiante La Barrera Grados, Luis Alberto. Constató que la investigación tiene un índice de similitud de. 23% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar: San Juan de Lurigancho, LIMA –Este

Fecha: 5 julio 2019



Firma

María Ysabel García Álvarez

DNI: 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, María Ysabel García Álvarez, docente de la Facultad y Escuela Profesional Ingeniería Civil De la Universidad César Vallejo (Lima este), revisor (a) de la tesis titulada

"Comportamiento mecánico del mortero con adición de caucho para muros de albañilería confinada en San Juan de Lurigancho, Lima-2018", del estudiante Mesías Champi, Piero Giancarlo. Constató que la investigación tiene un índice de similitud de. 23% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar: San Juan de Lurigancho, LIMA –Este

Fecha: 5 de julio 2019



Firma

María Ysabel García Álvarez

DNI: 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Anexo 40
Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
 https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&u=1061528595&s=1&o=1149321115

feedback studio Comportamiento mecánico del mortero con adición de caucho para muros de albañilería confinada en Sa /0 29 de 56

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comportamiento mecánico del mortero con adición de caucho para muros de albañilería confinada en San Juan de Lurigancho. Lima-2018.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
 Ingeniero Civil

AUTOR(ES):
 Luis Alberto La Barrera Grados,
 Piero Giancarlo Mesias Clamari.

ASESOR:
 Dra. María Ysabel García Álvarez
 Mg. Luis Humberto Díaz Huza

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
 Diseño sísmico y estructural

LIMA - PERÚ
 2018



Resumen de coincidencias X

23 %

Coincidencia 1 de 8
 Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	5 % >
2	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	5 % >
3	cybertesis.uni.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	3 % >
4	repositorio.ucv.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	1 % >
5	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	1 % >

Página: 1 de 123 Número de palabras: 15133 Text-only Report | Turnitin Classic | High Resolution **Activado**



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
 Versión : 09
 Fecha : 23-03-2018
 Página : 1 de 2

Yo Luis Alberto La Barrera Grados, identificado con DNI No 42062815, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado “Comportamiento mecánico del mortero con adición de caucho para muros de albañilería confinada en San Juan de Lurigancho, Lima-2018”; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

FIRMA

DNI: 42062815

FECHA: 5 de julio del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 2
---	--	---

Yo Piero Giancarlo Mesias Champi , identificado con DNI No 43609015, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado “Comportamiento mecánico del mortero con adición de caucho para muros de albañilería confinada en San Juan de Lurigancho, Lima-2018”; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



 FIRMA

DNI: 43609015

FECHA: 5 de julio del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. GARCÍA ÁLVAREZ, MARIA YSABEL A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

LUIS ALBERTO LA BARRERA GRADOS

INFORME TITULADO:

COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL MORTERO CON ADICIÓN DE CAUCHO PARA MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA-2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 17 de Diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 12 (Doce)



g. a.

DRA. MARÍA YSABEL GARCÍA ÁLVAREZ



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. GARCÍA ÁLVAREZ, MARIA YSABEL A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

PIERO GIANCARLO MESIAS CHAMPI

INFORME TÍTULADO:

COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL MORTERO CON ADICIÓN DE CAUCHO PARA MUROS DEALBAÑILERÍA CONFINADA EN SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA-2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 17 de Diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 12 (Doce)



DRA. MARÍA YSABEL GARCÍA ÁLVAREZ