

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



**Propuesta de elaboración de ladrillo de cemento tipo III con plástico reciclado triturado y ceniza de cascarilla de arroz**

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

**AUTOR**

**Marcia Nicole Suarez Ramirez**

**ASESOR**

**Justo David Pedraza Franco**

<https://orcid.org/0000-0002-1027-2267>

**Chiclayo, 2025**

**Propuesta de elaboración de ladrillo de cemento tipo III con plástico  
reciclado triturado y ceniza de cascarilla de arroz**

PRESENTADA POR

**Marcia Nicole Suarez Ramirez**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR

Mario Antonio Martinez Fiestas

PRESIDENTE

Cesar Eduardo Cachay Lazo

SECRETARIO

Justo David Pedraza Franco

VOCAL

## **Dedicatoria**

Se lo dedico a mis padres, Santos Suarez y Lucia Ramirez, por siempre estar presente en cada proceso de mi vida y las innumerables veces que me apoyaron para ser la persona que hoy en día soy.

A mi abuelita, Maria Quiroz Mendoza, por el cariño, comprensión, consejos y afecto.

A mi abuelita, Gregoria Malca Mondragón, por siempre cuidarme, por sus consejos, aunque físicamente no estás, te dedico esto y cada logro que voy alcanzando, siempre estarás presente en mí, mi orito.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por permitirme gozar de salud, el bienestar y las condiciones para llevar a cabo cada meta trazada en la vida.

A mis padres, Santos Suarez y Lucía Ramirez, por el amor y su apoyo incondicional.

A mi hermano, Smith, por sus palabras de aliento y los momentos compartidos.

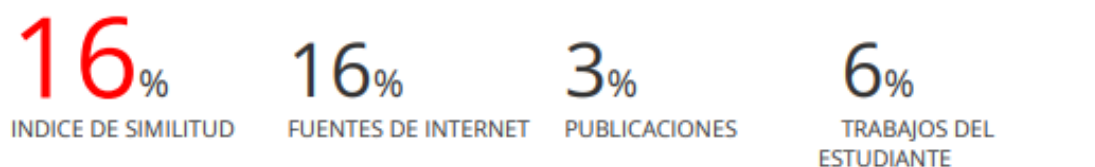
A mi cuñada, Hodale Perez, por los consejos y motivaciones.

A mi asesor, Justo Pedraza, por el aliento y orientación a lo largo de la investigación presente.

A mis tíos, Rosas y Jacobo Ramirez, por brindarme apoyo en cada momento.

# Propuesta de elaboración de ladrillo de cemento tipo III con plástico reciclado triturado y ceniza de cascarilla de arroz

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>7%</b>
<b>2</b>	<b>tesis.usat.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.uss.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.upla.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>docplayer.es</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>10</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>11</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>12</b>
<b>Revisión de literatura.....</b>	<b>15</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>15</b>
Antecedentes a nivel internacional .....	15
Antecedentes a nivel nacional .....	17
Antecedentes a nivel local .....	20
<b>Bases teóricas .....</b>	<b>22</b>
Bases legales .....	22
Bases teóricas .....	30
Terminología .....	39
<b>Materiales y métodos .....</b>	<b>41</b>
<b>Tipo y nivel de investigación .....</b>	<b>41</b>
Tipo de investigación .....	41
Nivel de investigación .....	41
<b>Diseño metodológico.....</b>	<b>41</b>
<b>Población, muestra de estudio y muestreo .....</b>	<b>41</b>
Población.....	41
Muestra de estudio.....	42
Muestreo.....	42
<b>Hipótesis y operacionalización de variables .....</b>	<b>42</b>
Formulación de hipótesis.....	42
Operacionalización de variables .....	43
<b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>44</b>
Técnicas de recolección de datos .....	44

<b>Resultados y discusión .....</b>	<b>72</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>93</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>95</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>97</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>100</b>

## Lista de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 CONSTRUCCIÓN DE PRIMAS DE ALBAÑILERÍA. ....	28
ILUSTRACIÓN 2 ESQUEMAS DE MODO DE FALLA. ....	28
ILUSTRACIÓN 3 FORMAS DE FALLAS, SEGÚN GALLEGOS Y CASABONNE (2005). ....	34
ILUSTRACIÓN 4 PLÁSTICO RECICLADO TRITURADO. ....	44
ILUSTRACIÓN 5 MÁQUINA TRITURADORA DE PLÁSTICO. ....	45
ILUSTRACIÓN 6 CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ. ....	46
ILUSTRACIÓN 7 GAVERA DE MADERA. ....	50
ILUSTRACIÓN 8 EN TOTAL LA FABRICACIÓN FUE DE 10 GAVERAS. ....	50
ILUSTRACIÓN 9 MÁQUINA BLOQUERA COMPACTADORA. ....	51
ILUSTRACIÓN 10 PISCINA ADAPTADA PARA EL CURADO DE LADRILLOS. ....	52
ILUSTRACIÓN 11 ARENA PARA EL ENSAYO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO. ....	53
ILUSTRACIÓN 12 DESPUÉS DE TAMIZAR, EL CONFITILLO CLASIFICADO SEGÚN POR DONDE PASA EL TAMIZ. ....	54
ILUSTRACIÓN 13 ENSAYO DEL PESO UNITARIO. ....	55
ILUSTRACIÓN 14 ENSAYO DEL PESO ESPECÍFICO DEL CONFITILLO, EL AGUA ESTA EN EL LÍMITE DE 500 ML. ....	56
ILUSTRACIÓN 15 ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD, LA MUESTRA ES LLEVADA AL HORNO. ....	57
ILUSTRACIÓN 16 DETALLE DE LA GEOMETRÍA DE LOS LADRILLOS PROPUESTOS. ....	57
ILUSTRACIÓN 17 ASENTAMIENTO DEL CONCRETO, 4" PULGADAS. ....	58
ILUSTRACIÓN 18 ELABORACIÓN DEL CONCRETO CON EL DISEÑO PROPUESTO. ....	62
ILUSTRACIÓN 19 DESENCOFRADO DE LAS PROBETAS. ....	62
ILUSTRACIÓN 20 ELABORACIÓN DE LOS LADRILLOS PROPUESTOS EN EL LUGAR DE PISO DE TIERRA. ....	63
ILUSTRACIÓN 21 MEDICIÓN DE CADA LADRILLO PROPUESTO. ....	64
ILUSTRACIÓN 22 ENSAYO DE RESISTENCIA DE COMPRESIÓN PARA CADA LADRILLO. ....	65
ILUSTRACIÓN 23 LADRILLOS UBICADOS EN EL HORNO. ....	66
ILUSTRACIÓN 24 ENSAYO DE ALABEO PARA CADA LADRILLO. ....	67
ILUSTRACIÓN 25 UN LADRILLO PROPUESTO EN EL ENSAYO DE SUCCIÓN, UBICADA EN UNA BANDEJA CON AGUA A UN NIVEL DE 3 MM. ....	68
ILUSTRACIÓN 26 LOS 12 CUBITOS DE MORTERO PARA EL ENSAYO DE RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DEL MISMO. ....	69
ILUSTRACIÓN 27 MEDICIÓN DEL DIÁMETRO PARA LA FLUIDEZ DEL MORTERO. ....	69
ILUSTRACIÓN 28 ELABORACIÓN DE LAS PILAS DE TRES HILADAS, CONTROLADA POR UN NIVEL PARA VERIFICAR LA VERTICALIDAD. ....	70
ILUSTRACIÓN 29 MURETES ELABORADOS PARA LUEGO SER ENSAYADOS. ....	71
ILUSTRACIÓN 30 GRIETA VERTICAL EN LA MUESTRA DE 10% CCA + 0% PRT. ....	86
ILUSTRACIÓN 31 GRIETA VERTICAL EN LA MUESTRA DE 5% CCA + 0% PRT. ....	87
ILUSTRACIÓN 32 GRIETA VERTICAL EN LA MUESTRA DE 10% CCA + 4% PRT. ....	87
ILUSTRACIÓN 33 ELABORACIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO, EL CUAL CONTIENE 5% DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y 7% DE PLÁSTICO TRITURADO RECICLADO. ....	141
ILUSTRACIÓN 34 LIMPIEZA E IDENTIFICACIÓN DE CADA LADRILLO. ....	142
ILUSTRACIÓN 35 LADRILLOS FABRICADOS. ....	142
ILUSTRACIÓN 36 LADRILLO CON 10% DE CCA Y 7% PLÁSTICO TRITURADO. ....	143

ILUSTRACIÓN 37 RESISTENCIA DE COMPRESIÓN PARA EL MORTERO. ....	143
ILUSTRACIÓN 38 ENSAYO DE PILAS. ....	144
ILUSTRACIÓN 39 MURETES. ....	144
ILUSTRACIÓN 40 ENSAYO PARA EL MURETE. ....	145

### Lista de tablas

TABLA 1 COMPONENTES DE AJUSTE HP/TP PARA LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE LAS PILAS DE ALBAÑILERÍA. ....	29
TABLA 2 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES, A BASE DE LA NORMA E 070. ....	30
TABLA 3 TIPOS DE MORTERO, SEGÚN LA NORMA E 070.....	32
TABLA 4 INCREMENTO DE F <sup>'</sup> M Y V <sup>'</sup> M POR EDAD DE LAS PRIMAS, SEGÚN LA NORMA E 070. ....	33
TABLA 5 TIPOS DE PLÁSTICOS CONVENCIONALES. ....	35
TABLA 6 DATOS TÉCNICOS DEL POLIPROPILENO (PP). ....	36
TABLA 7 MUESTRA DE ESTUDIO PARA LOS LADRILLOS PROPUESTOS. ....	42
TABLA 8 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES. ....	43
TABLA 9 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ. ....	48
TABLA 10 DATOS OBTENIDOS DE LOS AGREGADOS. ....	59
TABLA 11 DETERMINACIÓN DEL F <sup>'</sup> CR.....	59
TABLA 12 VOLUMEN DE AGUA POR M <sup>3</sup> EN LTS. ....	60
TABLA 13 VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LOS AGREGADOS. ....	60
TABLA 14 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS. ....	61
TABLA 15 RESULTADO FINAL DEL DISEÑO HÚMEDO. ....	61
TABLA 16 DOSIFICACIÓN EN VOLÚMENES (LTS/PIE <sup>3</sup> ). ....	61
TABLA 17 GRANULOMETRÍA DE LA ARENA.....	72
TABLA 18 GRANULOMETRÍA DEL CONFITILLO. ....	74
TABLA 19 PESO UNITARIO SUELTO DE LA ARENA. ....	75
TABLA 20 PESO UNITARIO COMPACTADO DE LA ARENA.....	75
TABLA 21 PESO UNITARIO SUELTO DEL CONFITILLO. ....	76
TABLA 22 PESO UNITARIO COMPACTADO DEL CONFITILLO. ....	76
TABLA 23 PESO ESPECÍFICO Y % DE ABSORCIÓN DE LA ARENA.....	77
TABLA 24 PESO ESPECÍFICO Y % DE ABSORCIÓN DEL CONFITILLO. ....	77
TABLA 25 CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA ARENA. ....	77
TABLA 26 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL CONFITILLO.....	78
TABLA 27 VARIACIÓN DIMENSIONAL PARA CADA LADRILLO. ....	78
TABLA 28 RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. ....	79
TABLA 29 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN PARA CADA MUESTRA DE LADRILLO. ....	80
TABLA 30 ENSAYO DE ALABEO PARA CADA TIPO DE LADRILLO. ....	81
TABLA 31 ENSAYO DE SUCCIÓN PARA CADA TIPO DE LADRILLO.....	81
TABLA 32 FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	82

TABLA 33 FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	83
TABLA 34 % DE FLUIDEZ, PARA MORTERO 0.80. ....	84
TABLA 35 % DE FLUIDEZ, PARA MORTERO 0.85. ....	84
TABLA 36 RESISTENCIA DE COMPRESIÓN PARA MORTERO.....	85
TABLA 37 COMPRESIÓN EN PILAS DE ALBAÑILERÍA. ....	85
TABLA 38 COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA. ....	88

### **Lista de gráficas**

GRÁFICAS 1 CURVA DE PÉRDIDA DE MASA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ. ....	47
GRÁFICAS 2 ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PRIMAS DE ALBAÑILERÍA. ....	86
GRÁFICAS 3 ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL. ....	88

## Resumen

En Lambayeque desde la perspectiva ambiental la contaminación del plástico en la ciudad es de gran cantidad, de la misma forma la producción del arroz lo cual origina, en todo el proceso que conlleva, la ceniza de la cascarilla del arroz. Para ambos componentes no se les da un uso conveniente, es por ello por lo que se decidió emplear en esta propuesta de ladrillo de concreto tipo III. Al combinar los porcentajes de la ceniza de la cascarilla de arroz (5% y 10%) con el plástico reciclado triturado (0%, 4%, 7% y 10%), nos da un total de nueve muestras incluyendo al ladrillo patrón. También se elaboro pilas y muretes para cada muestra de ladrillo. Para luego ser ensayadas. Después de obtener los resultados se llega a la conclusión que las propiedades físicas de los ladrillos la variación dimensional, alabeo, succión y absorción si cumple con los estándares establecidos para el ladrillo tipo III, según la norma E.070 Albañilería. En cuanto a la resistencia de compresión el ladrillo patrón si cumplió con la resistencia mínima cuyo resultado es de  $95.56 \text{ kg/cm}^2$ , pero el resto de las muestras no alcanzó a lo mínimo, el más cercano a este resultado fue de  $86.31 \text{ kg/cm}^2$  de 10% cca + 0% prt. Los resultados de las pilas para el ladrillo patrón es de  $f'm = 60.88 \text{ kg/cm}^2$  y el más cercano es el de 10% cca + 0% prt con  $58.45 \text{ kg/cm}^2$ . Para los muretes en el ladrillo patrón su  $v'm = 6.68 \text{ kg/cm}^2$  seguidamente de 10% cca + 0% prt con  $6.59 \text{ kg/cm}^2$  y el menor de los resultados es de 10% cca + 10% prt con  $4.46 \text{ kg/cm}^2$ .

**Palabras clave:** ceniza de cascarilla de arroz, plástico reciclado triturado, polipropileno, ladrillo, resistencia de compresión

### Abstract

In Lambayeque, from an environmental perspective, plastic pollution in the city is large, in the same way as rice production, which causes, in the entire process that it entails, ash from the rice husk. For both components there is no convenient use, which is why it was decided to use type III concrete brick in this proposal. Combining the percentages of rice husk ash (5% and 10%) with crushed recycled plastic (0%, 4%, 7% and 10%), gives us a total of nine samples including the pattern brick. Piles and walls were also made for each brick sample. To then be rehearsed. After obtaining the results, it is concluded that the physical properties of the bricks, dimensional variation, warping, suction and absorption, comply with the standards established for type III brick, according to standard E.070 Masonry. Regarding the compressive strength, the pattern brick did meet the minimum resistance whose result is 95.56 kg/cm<sup>2</sup>, but the rest of the samples did not reach the minimum, the closest to this result was 86.31 kg/cm<sup>2</sup>. 10% cca + 0% prt. The results of the piles for the pattern brick are  $f'm = 60.88 \text{ kg/cm}^2$  and the closest is 10% cca + 0% prt with 58.45 kg/cm<sup>2</sup>. For the walls in the pattern brick, its  $v'm = 6.68 \text{ kg/cm}^2$  followed by 10% cca + 0% prt with 6.59 kg/cm<sup>2</sup> and the lowest of the results is 10% cca + 10% prt with 4.46 kg/cm<sup>2</sup>.

**Keywords:** rice husk ash, crushed recycled plastic, polypropylene, brick, compressive strength

## Introducción

En estos tiempos el plástico es muy utilizable para diferentes usos ya sea para transporte, textil, juguetes, envases, construcción, agricultura, entre otros. Al momento de desechar este material, la mayoría de las veces se hace de manera perjudicial para el medio ambiente, dado que, el tiempo aproximado de degradación de este producto va desde los 200 hasta los 1000 años aproximadamente, dependiendo el tipo de plástico. [1]

Lambayeque es el tercer departamento con mayor producción de cáscara de arroz (28,4%).[2] Es un producto abundante y con un bajísimo costo es por ello por lo que se va a reutilizar la cascarilla para la elaborar esta propuesta de ladrillo.

Una tecnología avanzada y constructiva se considerará oportuno si no se va a necesitar grandes gastos de energía, segura frente a severidades de tiempo y riesgos de la naturaleza, no causa desechos ni contaminación, emplea fuerza laboral así como para reproducir, mantener y reparar, usa materiales locales (abundantes, disponibles, renovables, bajo peso, manejo sencillo, durables y de calidad), debe ser aceptado por la sociedad, evade herramientas y/o equipos costosos, solicita una menor especialización, accesible aprendizaje y tiene poca incidencia referente al medio. [3]

Por eso se propone esta investigación innovadora para así proponer alternativas ante problemas ingenieriles, elaborar materiales de construcción alternativos de bajo costo y ayudando a minimizar el impacto negativo al medio ambiente. El cual nos vamos a basar en el reciclaje del plástico y la cascarilla de arroz.

Cuya situación problemática se basa en la contaminación ambiental que compete a todas las personas de diferentes edades, desde muy pequeños nos enseñan a no ensuciar el mundo en que habitamos. Si cada persona entendiese la importancia de cuidar el planeta, así sea en lo más mínimo, la situación actual sería muy distinta a la que está presente.

El plástico es uno de los contaminantes con mayor tiempo de degradación y con menor costo de fabricación, es por lo que en la ciudad hay gran cantidad plástico arrojados en canales, buzones, parques, pistas, que denigran a la ciudad.

En la cascarilla de arroz, entre más producción más acumulación de este material, sin obtener un uso adecuado, que no contamine el ambiente; por ello se presenta esta alternativa para dar una utilidad idónea.

Después de la pandemia, la economía de muchas familias fue disminuyendo. Con esta propuesta el precio de ladrillo a comparación del precio establecido en el mercado es más ahorrativo y así dar la oportunidad a que personas de bajos recursos construyan o renueven su hogar.

Por ello se genera la formulación del problema con la siguiente interrogación: ¿Cómo influye la adición de plástico reciclado triturado y ceniza de cascarilla de arroz en la elaboración de ladrillos de cemento tipo III y cuáles son las propiedades físicas y mecánicas resultantes?

A continuación, se van a presentar las justificaciones de la investigación en los diferentes ámbitos: en la justificación técnica se da una propuesta de un ladrillo de concreto agregando trituración de plástico reciclado y ceniza de cascarilla de arroz en diferentes porcentajes para determinar propiedades físicas y mecánicas de dicho ladrillo, sujetas a la norma vigente. Considerando el limitado conocimiento acerca de la reutilización del plástico y las propiedades de la ceniza en el sector de la construcción, ya que son pocos los aportes acerca de dicho aprovechamiento, por ello se hace una investigación para proporcionar un aporte en esta carrera.

En el ámbito ambiental el planeta está siendo perjudicado en vista de que hay extracción de recursos renovables y no renovables como componente principal para la producción de bienes y servicios e industrialización que la población destina en sus diferentes actividades diarias. En Lambayeque a simple vista se puede observar en las pistas, parques, colegios, paisajes, entre otros, hay desechos que contaminan el entorno y a la salud del ser humano. Siendo el plástico la materia más acumulada, ya sea en botellas o en distintos envases del uso cotidiano. Asimismo, abunda la cascarilla de arroz por ende se propone esta opción para aprovecharlos en el ámbito de la construcción. Por el motivo que en Lambayeque hay propuestas de reciclaje, pero por tema del gobierno corrupto es que no hay frutos de ello, por lo tanto, depende de los ciudadanos aportar en lo más mínimo para salvar su departamento.

Como justificación social se sustenta que es un aporte favorable para la sociedad, para aquellas personas que desean construir o reparar una vivienda unifamiliar de material noble, pero con baja demanda. Para los estudiantes, ya que este trabajo servirá como una referencia para futuros proyectos presentando el plástico y la ceniza como opciones en la construcción y colaborar a la innovación de materiales incluyendo esta propuesta.

También se muestra la justificación económica por lo que es una propuesta con baja estimación, sin la necesidad de máquinas de grandes capacidades, para el presupuesto se va a tener en cuenta la cantidad de ladrillos a producir de manera artesanal. Para ello es necesario un lugar espacioso, los materiales como cemento, arena, confitillo, agua, plástico triturado y ceniza de cascarilla de arroz, para así a proceder a elaborar la mezcla homogénea. Después se va a necesitar un molde ya sea metálico o madera, para poder usar en varias ocasiones, continuamente se procede hacer el moldeado y finalmente el curado.

De igual importancia se precisa el objetivo general: analizar las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo propuesto elaborado con plástico reciclado triturado en proporciones (0%, 4%, 7% y 10%) y de la ceniza de cascarilla de arroz (5% y 10%). También los objetivos generales: describir las características del plástico reciclado triturado y de la ceniza de cascarilla de arroz, identificar las propiedades físicas de los agregados: granulometría, contenido de humedad, peso específico y absorción, determinar las propiedades físicas de la unidad de albañilería propuesta, determinar la resistencia de la compresión del ladrillo propuesto con sustitución del cemento por la ceniza de cascarilla de arroz en proporciones del 5% y 10% y la sustitución del confitillo por el plástico triturado en 4%, 7% y 10%, determinar la dosificación óptima del mortero para emplear en elaboración de pilas y muretes, determinar la resistencia a compresión en pilas elaborados con los ladrillos propuestos, determinar la resistencia a corte en muretes elaborados con dichos ladrillos y analizar la propuesta desde un enfoque económico.

## Revisión de literatura

### *Antecedentes*

#### *Antecedentes a nivel internacional*

### **DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA EMPLEARLO EN PROYECTOS DE VIVIENDA DE BAJO COSTO**

En Guayaquil, para investigar el procesamiento del concreto se va a sustituir cemento por un porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz, con un total de ocho, partiendo de los resultados de los estudios estadísticos se va a concluir cuál o cuáles son las más apropiadas desde ambos puntos de vista tanto técnico y económico. [4]

Para las muestras se van a ensayar a los 7, 14, 28 y 60 días. Claramente que los resultados arrojados a los 28 días de la resistencia es el más importante, ya que a ese tiempo debe llegar al 100% de su resistencia de diseño. [4]

El diseño “D” (-25% C, +10% CCA) genera una resistencia de compresión de 300 kg/cm<sup>2</sup> es la opción más favorable ya que el hormigón su resistencia mínima es de  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>, el cual si cumple a comparación de los demás diseños. También en el aspecto de lo económico se obtuvo el mayor porcentaje de ahorro con 21.28%. [4]

### **PROYECTO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES CON AGREGADOS DE PLÁSTICO RECICLADO (PET), APLICADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA**

En Bogotá, se redactó este proyecto cuyo objetivo general se va a realizar un estudio financiero en la fabricación de bloques de plástico reciclado utilizados en mampostería que sea no portante, los cuales van a emplearse en la construcción de casas para ciudades de Colombia.

El elemento principal de la indagación se elige el PET, por ser la materia más simple de localizar y se encuentra en mayores cantidades de residuo para su poder dar otro uso. [5]

Las mezclas para realizar están compuestas por 5%, 10% y 15% de PET adicionando el agregado como la arena y piedra, en porcentajes que están sujetas a la mezcla patrón, es decir, si se van a utilizar para motero o concreto.

Las medidas para el ladrillo propuesto se tomaron como medias 8cm (ancho) x 8cm (largo) x 8cm (alto), lo cual va a formar cubos, según sus dimensiones, de concreto con sus respectivos aditivos. Se consideró una dosificación 1:2 ya que fue examinado como una dosificación óptima para este proyecto, para la elaboración del ladrillo patrón para el cual se le va a reemplazar proporciones del 10%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 50%, 60%, 70% y 80% del plástico PET por la arena, para luego ser llevado a un proceso de moldear y seguidamente al prensado en moldes. [5]

Concluyendo con toda esta investigación, en su peso, cabe destacar que es mucho más liviano a diferencia del ladrillo (cemento y arena), también se demuestra que, entre más porcentaje del plástico, el peso se reduce de manera considerable. Para la resistencia específica, en base a la norma, los bloques que cumplieron son de 10%, 20% y 25% de PET reemplazando a la arena. El resto de los porcentajes dieron resultados por debajo de lo requerido de la resistencia, por tal motivo fueron descartadas las muestras.

Según el financiamiento, nos da una propuesta atractiva de inversión puesto que debido al análisis financiero ejecutado es una oportunidad que representa una buena economía a la firma o empresa que invierta en el provecho de este producto ya que presenta una tasa interna de retorno alta. [5]

### **LADRILLOS ELABORADOS CON PLÁSTICO RECICLADO (PET), PARA MAMPOSTERÍA NO PORTANTE**

Este proyecto realizado en Cuenca. Se basó en la indagación del aprovechamiento del plástico reciclado para incluir en la producción de unidades que estarán incluidos en la edificación de muros de mampostería no portante. Con el objetivo de elaborar un ladrillo ecológico con plástico reciclado, colocados en la construcción de muros que sean no portantes en una edificación. [6]

Para ello se va a tomar en cuenta las características de los desechos sólidos ocasionados en Cuenca, al que el 22,7% del total de la recolección pertenece al componente del plástico, los cuales son arrojados sin hacer ningún uso posterior. Para el cual se va a investigar las propiedades de Polietileno Tereftalato (PET) para así prevenir alguna consecuencia perjudicial al momento de incorporar dicho componente en la mezcla del cemento, agregados y agua.

Se propuso un modelo patrón cuyas dimensiones son 20cm x 10 cm x 6cm, tomando en cuenta una dosificación de 1:2 incluyendo el plástico con escala de 10%, 25%, 40%, 55%, 65% y 70% para sustituir la arena fina. [6]

Según los resultados la forma, textura, peso y medidas de los bloques muestran favorables condiciones, cuyas características son del 10%, 25%, 40% y 55% del PET. También muestran una textura lisa, lo cual ya no es necesario enlucir. De los cuatro porcentajes de dosificaciones los tres primeros, dan resultados a las más altas resistencias a la compresión durante los ensayos.

Haciendo promedio de las resistencias resultadas en el transcurso del ensayo de los cuatro muretes es de 7.25 MPa, lo que equivale a 73,92 kg/cm<sup>2</sup>, caracterizándolo al murete en un material con condiciones excelentes para una alternativa de construcción. [6]

### *Antecedentes a nivel nacional*

#### **Diseño de ladrillo alveolar ecológico comprimido con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz para viviendas unifamiliares, en Carachupayacu – Moyobamba, 2020**

Cuyo objetivo fue estudiar la influencia de la ceniza de cascarilla de arroz al momento de adicionar en el diseño de ladrillo alveolar ecológico comprimido. [7]

La tesis tuvo una metodología de tipo aplicada, un diseño de manera experimental y en cuanto al enfoque fue cuantitativo. Para la muestra se realizó un total de 48 ladrillos con los siguientes porcentajes: 0, 3, 6 y 9 de ceniza de cascarilla de arroz.

La dosificación con 3% de ceniza de cascarilla de arroz es la más favorable, ya que sus características según su variación dimensional de las unidades tuvieron un resultado menor al 3%, también según su resistencia se obtuvo con un promedio de 95.35 kg/cm<sup>2</sup>, en el ensayo de absorción arrojó un porcentaje de 16.32, en el punto económico se tuvo un costo de S/. 44.79 por cada metro cuadrado. Todo eso fue a base de instrumentos como fichas técnicas normalizadas. [7]

### **Diseño del Proceso de Producción de Ladrillos Basados en Plástico Reciclado**

En Piura, se presentó un trabajo el que tiene como objetivo es diseñar un desarrollo de producción para ladrillos teniendo como base el plástico reciclado y examinar las cuestiones adicionales destacadas. [8]

Para llevar a cabo la investigación, se preparó un modelo de ladrillo ecológico, con las proporciones adecuadas de cada elemento mencionado que lo constituye, proveyendo cumplir con los requisitos de las NTP; por consiguiente, se determinó la dirección y distribución óptima de la planta de manufacturación de estos ladrillos mencionados. Finalmente, se verificó la factibilidad del trabajo, por medio de una indagación de mercado.

Por medio de la experimentación y la utilidad de metodologías y herramientas relevantes se llegó a la conclusión que los ladrillos creados con hojuelas de PET acatan con las exigencias de calidad ordenados por la norma, siempre y cuando el PET está presente en pocas proporciones dentro de la dosificación. [8]

Asimismo, se precisó que poner en efecto una planta de productividad de ladrillos ecológicos es viable en la zona de la industria III de la localidad mencionada, y que este proyecto es financieramente remunerado en un lapso no mayor de 6 años.

También se constató que los habitantes de bajos recursos están interesados en materiales de construcción que no generen contaminación al medioambiente, y también se le hace atractivo el precio menos de 80 céntimos, es por ello que permite producir una buena rentabilidad. [8]

## **COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE CONCRETO CON ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ**

En Lima, según su objetivo fue precisar el funcionamiento mecánico del concreto con dicha adición de la ceniza de cascarilla de arroz, en ambos estados tanto como fresco y endurecido, por medio de investigaciones y artículos científicos. [9]

Para ello se desarrollaron varias dosificaciones del concreto incorporando a ello la ceniza de cascarilla de arroz desde el 0% hasta al 15%, cuyo procedimiento a utilizar fue el de American Concrete Institute (ACI). Según los efectos arrojados se puede concluir que en el aspecto de resistencia para mejorar el comportamiento mecánico del concreto en el plazo de 28 días de edad para la resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>, 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, al adicionar el 10% de cca su resistencia a compresión aumenta y también se puede alcanzar una trabajabilidad óptima y para el asentamiento nos da valores eficaces, en cuanto a la resistencia a la flexión su mayor resultado se ve reflejado cuando se añade el 5% de ceniza de cascarilla de arroz y se presenta minoría en el tiempo de fraguado. [9]

## **LADRILLOS DE CONCRETO CON PLÁSTICO PET RECICLADO**

En Cajamarca se presentó esta indagación donde el objetivo principal comprobar las propiedades físico y mecánicas del ladrillo de concreto con plástico PET reciclado, en base a la norma técnica E.070. A tal efecto, en cuanto para la mezcla de concreto se desarrollaron las proporciones óptimas de los agregados para realizar la unidad de albañilería tipo IV. Después de ello se añadió a cada mezcla un porcentaje de plástico PET reciclado de 0%, 3%, 6% y 9%, así se obtuvo cuatro diferentes tipos de muestras. [10]

Los cuales después de 28 días se procede a ensayar, con la finalidad de determinar sus propiedades entre ellas la principal la resistencia de compresión con los siguientes resultados  $f'_b = 161.96 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'_b = 127.08 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'_b = 118.80 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'_b = 110.46 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente. También se determinó la resistencia de compresión axial en primas de albañilería (pilas) con los siguientes resultados:  $f'_m = 128.55 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'_m = 100.83 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'_m = 79.79 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'_m = 76.75 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente. De la misma manera la resistencia a corte en muretes son  $V'_m = 16.47 \text{ kg/cm}^2$ ,  $V'_m = 12.83 \text{ kg/cm}^2$ ,  $V'_m = 13.17 \text{ kg/cm}^2$  y  $V'_m = 9.96 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente.

Según los datos arrojados se puede concluir que las propiedades al agregar hojuelas de plástico PET reciclado no hay un mejoramiento, al contrario, cada vez que se aumenta el porcentaje de plástico se reduce la resistencia a compresión en cada ladrillo. La disminución máxima respecto al ladrillo patrón es de 51.5 kg/cm<sup>2</sup> o 31.8%. Rescatando se puede concluir con respecto a las propiedades físicas si cumplen con los requisitos según la norma E. 070. [10]

### *Antecedentes a nivel local*

#### **REUTILIZACIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO, CHICLAYO 2019**

En este proyecto el cual presenta como objetivo analizar el comportamiento de la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto al adicionar bolsas plásticas. Las dimensiones propuestas para este tipo de ladrillo son las siguientes: 21cm x 13cm x 8.5cm (largo, ancho y altura). En este caso se hizo una dosificación idónea que corresponde a 1 cemento, 3 arena, 1.5 confitillos, para así proceder con la fabricación de los ladrillos ecológicos. Se hizo un uso de un balde que tiene la capacidad de 4 litros para cuantificar la cantidad de material y sus proporciones. [11]

El procedimiento para realizar es ya obtenido la cantidad de los materiales, se procede a mezclar el cemento con la arena, seguidamente con el confitillo. Al obtener una mezcla uniforme se va a ir agregando el agua hasta obtener que la mezcla esta consistente, semi seca, uniforme. Para los ladrillos que se iba agregar plástico se determinó los porcentajes del 10%, 20% y 30% que va a reemplazar al confitillo.

Luego se procede al moldeado, para así en un lugar se pueda acopiar los ladrillos para el desmolde correspondiente. En un transcurso de 7 días se hizo el curado y así evitar perder agua. Luego al pasar 24 horas se tuvo que regar los ladrillos con agua para su respectivo curado. Este regado se hizo 3 veces al día con el propósito de mantener a los ladrillos húmedos por un periodo de 7 días y así se puede evitar la evaporación. Para alcanzar su máxima resistencia es a los 28 días. [11]

Se concluye que, a resistencia a la compresión de los tres moldes de ladrillos, con plástico peletizado son  $64.52\text{kg/cm}^2$  en 10%;  $62.08\text{kg/cm}^2$ , 20% y  $51.1\text{kg/cm}^2$ , 30%, los cuales presentan disminución en la resistencia a la compresión con respecto al ladrillo que no tiene plástico peletizado, pero todos los ladrillos se encuentran dentro del rango establecidas por la norma E.070. Los ladrillos que se les agrego el 10% de plástico peletizado, es el que tiene la dosificación con el plástico más idónea, porque su resistencia a la compresión es la más cercana a la muestra que es sin plástico peletizado. [11]

## ***Bases teóricas***

### ***Bases legales***

#### **Reglamento Nacional de Edificaciones E070**

En esta normativa nos presenta cuáles son los mínimos requerimientos correspondientes a la calidad de materiales, diseño, análisis, control de calidad en la construcción y la supervisión de las edificaciones referente a la albañilería establecidas por esos muros con confinamiento y también por muros armados. [12]

Toda construcción de albañilería debe estar diseñada en función por los métodos racionales, estos se fundamentan en parámetros propuestos por la resistencia y mecánica de materiales. Una vez identificados los esfuerzos en la albañilería se debe tener presente los efectos originados por sismos, torsiones, los cambios en la temperatura, carga viva, carga muerta, entre otros.

En este documento nos menciona la unidad albañilería, mortero; dicha información servirá de base para los ensayos propuestos a realizar, características, medidas, entre otros. [12]

#### **Norma Técnica Peruana 400.012**

Detalla sobre los agregados, granulometría del agregado fino, grueso y global. Describiendo de manera general el método consiste en mediante series de tamices que va desde una abertura mayor hacia una menor sucesivamente, por ahí se separar una muestra de agregado, la cual antes se debe pesar. Con la finalidad de estipular el tamaño de las partículas y distribuir las. [13]

Los aparatos por utilizar son: la balanza en el agregado fino con aproximación de 0,1 g y el agregado grueso, de 0,5 g ó 0,1 % de la muestra de masa, debe estar dentro del rango en uso; tamices que deben estar montados con el fin de prever una pérdida de material mientras dura el tamizado y el horno con una temperatura uniforme de  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ . [13]

El procedimiento se basa primero en secar la muestra en el horno a un peso constante. Luego según el agregado fino o grueso se va a elegir los tamices adecuados para así abarcar

el material ensayado. Los tamices primero van desde la tapa, luego en orden de forma decreciente por último es el fondo, se procede a poner la muestra en el tamiz de encima y luego agitar manualmente o de manera mecánica con la ayuda de un aparato. Para ello se va a acotar la porción del material en el tamiz que está en uso con el fin de que las partículas puedan alcanzar el orificio del tamiz varias veces en el transcurso de la operación. Se procede a verificar si la masa total con la masa colocada puesta en cada tamiz va a diferir en más de 0.3%, no se puede utilizar en cuanto a la aceptación. [13]

Para el cálculo se debe hallar el porcentaje que pasa, retenidos en cada tamiz, aproximando al 0,1% más próximo de la masa inicial. Para averiguar el módulo de fineza, se debe sumar el % acopiado en cada tamiz luego dividir entre 100. [13]

#### **Norma Técnica Peruana 400.017**

Se va a utilizar una balanza con exactitud dentro del 0,1% y una graduación al menos de 0,05 kg, una varilla de apisonado debe ser de acero, lisa, de manera redondeada, diámetro de 16 mm y longitud de 600 mm aproximadamente, un recipiente de metal, cilíndrico y con asas de preferencia, hermético, bordes firmes y parejos; y cucharón el tamaño depende del agregado. [14]

Para el peso compacto en un recipiente se llena la tercera parte y se iguala la superficie. Luego con la varilla se apisona con 25 golpes de manera uniforme y distribuida alrededor del área. Así se hace en todas las partes. Se recomienda no chocar con el asiento del recipiente, así también se procura en las demás capas sin golpear la anterior. Hallar la masa del recipiente vacío y también con el agregado y anotar los resultados con precisión de 0,05 kg. [14]

Para el peso suelto se completa la probeta hasta el tope con la ayuda de un cucharón, descargando el material de una altura máxima de 50 mm sobre el límite superior. Se aplica los mismos cálculos del peso compacto. [14]

**Norma Técnica Peruana 400.021**

Se va a emplear una balanza con una sensibilidad a 0,5 g y con disposición a más de 5 000 gramos, un recipiente para los agregados y hermético, tamices N° 4 o de otros tamaños apropiados y una estufa. [15]

Se seca la muestra en el horno luego se deja enfriar en el promedio de 1 h a 3h, para así luego manipular sin alguna incomodidad. Después se debe sumergir en agua el agregado por el tiempo de 24 h más o menos 4 h. Por consiguiente, en un paño grande que pueda absorber se coloca la muestra que estaba sumergida y limpiarlas para que no presente agua. Se procede a pesar bajo esta condición de saturación. [15]

**Norma Técnica Peruana 400.022**

Se emplea una balanza cuya capacidad es de 1 kg o más, un picnómetro con un espacio de 500 cm<sup>3</sup> y de vidrio, un molde, una barra para compactar y una estufa. [16]

Para ello el picnómetro se va a llenar una parte con agua, luego se mete el agregado fino un aproximado de 500 gramos, después se procede a saturarlo de agua hasta el 90% del envase. Se procede a sacudir el picnómetro. Después se estipula los datos de la masa del picnómetro solo, con el agregado y con la cantidad del agua. Se aparta el agregado del picnómetro para ser secada en el horno y después enfriarlo en un promedio de un rango de 30 minutos a 90 minutos y se determina la masa. [16]

**Norma Técnica Peruana 339.185**

Se va a disponer una balanza con sensibilidad al 0,1 % del peso de la muestra, un horno, un envase para la muestra y una espátula para revolver. [17]

Primero se pesa la masa, luego se pasa al horno para el secado en el recipiente. Para así hallar el peso de la muestra seca, esperar el recipiente se haya enfriado así evitar inconvenientes como para la persona y la balanza. El residuo de la absorción y el contenido de humedad evaporable da como resultado el contenido de humedad superficial [17]

### **Norma Técnica Peruana 334.009**

En este apartado nos especifica los requerimientos del cemento Portland para el tipo I y II, ya sea para el empleo general o especial y según su distribución. El cemento es clasificado desde el tipo I hasta el V, a base de las propiedades específicas como: resistencia inicial, calor de hidratación, resistencia a fin de ataque de sulfatos, uso general. Las exigencias para cada tipo suben de forma ascendente como para el tipo I no es necesario propiedades especiales, el II una resistencia moderada, el III una resistencia alta inicial, IV para una minoría en cuanto al calor de hidratación y el V elevada resistencia en sulfatos. [18]

### **Norma Técnica Peruana 339.604**

En cuanto a la variación dimensional se procede a medir el ancho, la longitud y altura con una regla de acero y para espesores con la ayuda de un calibre de Vernier. [19]

En un aparato para el ensayo de la resistencia a la compresión, la que es integrada con aparatos de placas de acero y soporte con el fin de cubrir el área total de las muestras de albañilería. Las cuales deben estar sin alguna mancha de humedad perceptible. Se procede a ensayar en lapso de 60 segundos a 120 segundos, cuya carga se va a emplear hasta la mitad de la máxima pronosticada a cualquier velocidad beneficiosa. Luego se anota de carga en unidades de Newtons. [19]

Para la absorción radica en mojar las muestras en agua por un lapso de 24 hrs. Entretanto cuando están totalmente sumergidos en agua y enganchados por un alambre de metal para así anotar el peso sumergido. Luego se saca para ponerlo en una red de alambre, por 60 segundos se va a drenar, quitando el agua visible y apuntar el peso saturado. En un periodo mínimo de 24 horas se coloca en el horno después se procede a pesar dos veces seguidas en un transcurso de 2 horas lo cual debe figurar un acrecentamiento de la pérdida como máximo un 0.2% del peso final. El peso secado al horno también se registra. [19]

### **Norma Técnica Peruana 399.035**

Procedimiento de prueba para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. En un resumen se obtiene un espécimen de concreto reciente mezclado, se instala en el molde y con la ayuda de una varilla se maciza. Al momento de apartar el molde se

hace de manera vertical elevándolo para así el concreto se deposite (asiente). Colocamos a un lado el molde y se mide el trecho desde el asentado del concreto (parte superior) hacia el lugar inicial. [20]

Los aparatos son: molde, barra compactadora, cilíndrica, diámetro de 16mm, de acero liso y longitud de 600 mm, dispositivo de medida se refiere a una cinta métrica, cucharón para colocar la muestra al molde sin verter.

El modo de uso se basa que el molde debe estar humedecido y colocar en un área plana. Se va a fijar firmemente durante el llenado. Se va a llenar en 3 capas así debe manera uniforme y según la capacidad del molde. Al momento de llenar cada capa se compacta aplicando 25 golpes. En la capa final debe estar uniforme con la ayuda de la barra se va a igualar rodando. Al momento de levantar no se debe hacer una inclinación, debe ser parejo y uniforme el movimiento. En un lapso menor de 2 minutos y medio. Se procede a medir el asentamiento. [20]

#### **Norma Técnica Peruana 399.610**

Esta norma se usa para entablar los requisitos para la elaboración de mortero que van a ser emplear en la construcción tanto como para albañilería tanto como para reforzada y no reforzada. Según sus propiedades y proporciones se establece 4 tipos de morteros con sus respectivas especificaciones. [21]

#### **Norma Técnica Peruana 399.607**

Incorporados para mortero de la unidad de albañilería. Requisitos. La muestra no puede poseer más de la mitad del retenido entre cualesquiera de dos tamices consecutivos y no más de la cuarta parte entre los tamices N° 50 y N° 100. Módulo de fineza menos de 0.20, en caso contrario se debe efectuar arreglos conformes en las magnitudes para remediar las variaciones en la sucesión. No debe contener impurezas orgánicas porciones perjudiciales. [22]

### **Norma Técnica Peruana 334.057**

Establecer la fluidez de morteros de cemento Pórtland. Para ello se va a utilizar una mesa y molde de flujo, calibrador cuya medida tengo una extensión máxima de 260 mm, pisón o compactador, espátula con hoja de acero y bordes rectos, regla metálica con 200 mm de longitud. [23]

Al momento de poner el molde se debe percatar que la plataforma debe no debe tener impurezas o no tiene que estar mojada. Después se procede a expandir una capa cuyo espesor es de 1 pulgada aproximadamente, luego con el pisón se compacta un total de 20 veces. Lo mismo se hace para la segunda capa. Se va a quitar el exceso de mortero haciendo un corte el área plana y también alisarlo con la regla del mismo ras del borde superior. Se aparta los restos y agua. Pasado los 60 segundos después de la mezcla, se va a retirar el molde a través de un desplazamiento vertical y en seguidamente se suelta la mesa a un alto de un rango de 12.57 mm a 12.83 mm en un lapso de 15 segundos con un total de 25 veces. Se procede anotar cada diámetro del mortero, guiándose de las líneas palmarias en la mesa.

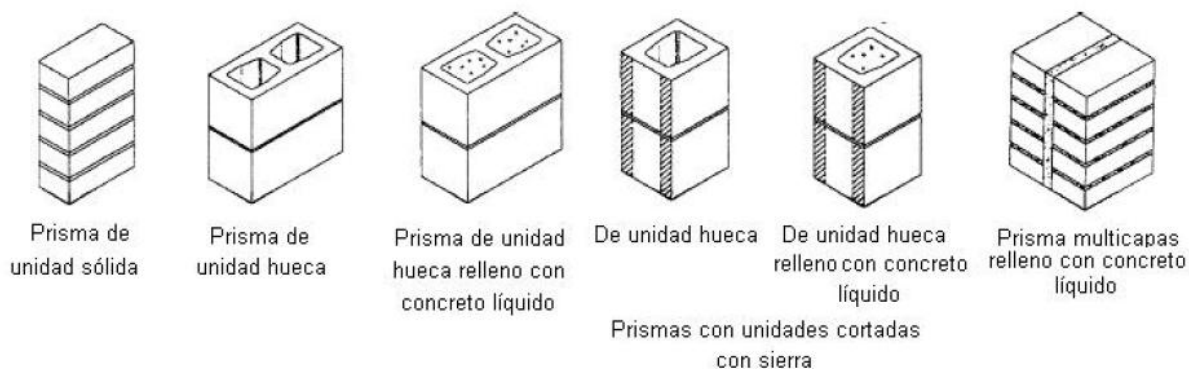
Para la calculación de la fluidez que es el aumento en promedio del diámetro, cuyo resultado se ve reflejado en porcentaje a relación del diámetro base. Suma total de las cuatro lecturas. [23]

### **Norma Técnica Peruana 399.605**

En resumen, da instrucciones para la producción y prueba de prismas de albañilería, como así la calculación para hallar la resistencia de compresión para las pilas ( $f'_m$ ). Al ser uso de este procedimiento de ensayo con el fin una indagación, debe emplearse como una referencia y para suministrar medidas de control. [24]

El promedio mínimo es de tres pilas a elaborar de idéntico material, también experimentados a la misma edad. Se debe fabricar en una superficie plana y nivelada tanto el prisma como la superficie, en un lugar que no sean manipulados o sufran alguna modificación.

Se elaborarán las pilas como se detalla en la figura, con los ladrillos asentadas en forma vertical (una encima de la otra).

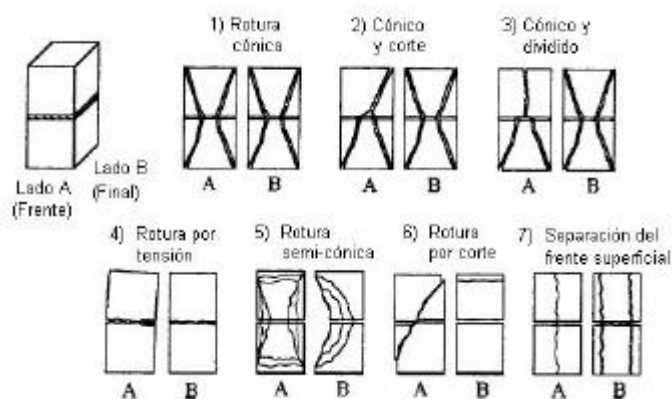


*Ilustración 1 Construcción de primas de albañilería.*

Se debe prevenir deterioros durante el manejo y el traslado.

Durante el curado se debe acopiar los especímenes en un lugar cuya temperatura va desde 16 °C a 32 °C y la humedad relativa menor al 80%. No colocar a la estufa. [24]

En cuanto a la carga se va a emplear una carga a la pila del 50 % de la carga prevista. Con una duración de 1 min a 2 min como máximo. Pasado el tiempo y no se logra ver la carga se va a prolongar la carga hasta poder registrar la falla y describirla.



*Ilustración 2 Esquemas de modo de falla.*

Para cada pila elaborada se va a calcular la dependencia  $h_p/t_p$  donde  $h_p$  es altura y  $t_p$  es la mínima medida lateral. Una vez obtenido el resultado se va a designar el factor de corrección a base de la tabla.

*Tabla 1 Componentes de ajuste  $h_p/t_p^A$  para la resistencia en compresión de las pilas de albañilería.*

$h_p/t_p^A$	1,3	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Factor de corrección	0,75	0,86	1,0	1,04	1,07	1,15	1,22

Una vez obtenido la resistencia axial se debe multiplicar por el factor de corrección según la pila proporcionada. Como se menciona son 3 pilas para cada muestra cuya resistencia debe ser el promedio de las pilas. [24]

### **Norma Técnica Peruana 399.621**

Se detalla sobre la técnica de prueba para hallar la resistencia de compresión diagonal (corte), en los especímenes de muretes, con medidas mínimas de largo 600 mm y ancho del mismo modo. Se va a originar una falla diagonal por tracción al momento de aplicar la carga y así fisure en trayectoria paralela a la carga. Para hallar los resultados se va a dividir el esfuerzo cortante con la área bruta del murete. [25]

## Bases teóricas

### UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

#### Características

En los componentes de albañilería a base de concreto deben ser disponibles después de conseguir su firmeza detallada y su permanencia volumétrica. Al ser curadas con agua, deben cumplir con un plazo mínimo de 28 días para poder ser utilizadas. [12]

#### Clasificación para fin estructural

Tabla 2 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales, a base de la norma E 070.

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

#### Pruebas o ensayos

**Muestreo:** Debe ser realizado en el mismo lugar de trabajo. En cada lote de 50 50 millares de ladrillos como máximo se debe escoger un espécimen de 10 unidades al azar, para efectuar los ensayos de variación dimensional y alabeo. La mitad están a los estudios de compresión y el resto a absorción. [12]

**Resistencia a la Compresión:** Se debe llevar a cabo los ensayos, a base de la NTP 399.604 y 399.613. La resistencia axial de dicho componente ( $f'_b$ ) es el resultado de la resta del desvío estándar con respecto valor promedio del espécimen.

**Variación Dimensional:** Se basará en el método según en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

**Alabeo:** Cumpliendo cada requisito ajustado en la Norma NTP 399.604 y 399.613.

**Absorción:** Los estudios de absorción se basan en la norma NTP 399.604 y 399.613.

### **Aceptación de la unidad**

- Si en los resultados para la producción industrial hay más de 20% de dispersión o para la producción artesanal hay 40%, se debe ensayar otra muestra. En caso de que siga la dispersión el lote debe ser rechazado.
- Para el ensayo de absorción no debe ser mayor que el 22% en ladrillos de arcilla y sílico calcáreas. En los bloques elaborados con concreto según portantes no mayor a 12% y para NP menor a 15%.
- El grosor mínimo para las superficies laterales respectivo a la cara de asentado para el Bloque P será de 25 mm y Bloque NP, 12mm.
- No debe haber presencia de conchuelas, guijarros o nódulos de naturaleza calcárea, tanto en su exterior como interior de la unidad.
- La unidad de albañilería compuesto por arcilla debe cumplir con los requisitos de estar bien cocida, color uniforme y no mostrar vitrificaciones. Cuando es manipulada con un martillo o algún, emitirá un sonido metálico.
- Para evitar que degraden la resistencia o durabilidad se debe prevenir que presente hendiduras, resquebrajaduras, grietas, fracturas u otros defectos parecidos. [12]

## MORTERO

En la regla nos menciona que el mortero debe ser compuesto por una combinación de aglomerantes y agregado fino, luego se debe agregar agua en cantidad máxima para así una consistencia adhesiva, trabajable y sin segregación del agregado.

La Norma E. 070 detalla las dimensiones volumétricas de la composición, P es para paredes portantes y NP para no portantes.

*Tabla 3 Tipos de mortero, según la norma E 070*

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

## PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

Según la norma E 070 nos menciona que la resistencia de la pila y murete compresión axial ( $f'_m$ ) y a corte ( $v'_m$ ) se debe establecer de modo o por medio de estudios de prismas, dependiendo a la categoría de la construcción y la ubicación por su extensión sísmica.

Para la elaboración de primas, se debe utilizar igual: contenido de humedad (del ladrillo), consistencia del mortero, grosor de juntas y calidad de mano (empleado en construcción definitiva).

Los especímenes deberán ser acopiados por 28 días con una temperatura mínima de 10°C. Se conseguirán experimentar menos días con respecto a lo nombrado, pero mayor a 14 días; con la condición de que la resistencia característica se conseguirá aumentando por los elementos expuestos. [12]

Tabla 4 Incremento de  $f'_m$  y  $v'_m$  por edad de las primas, según la norma E 070.

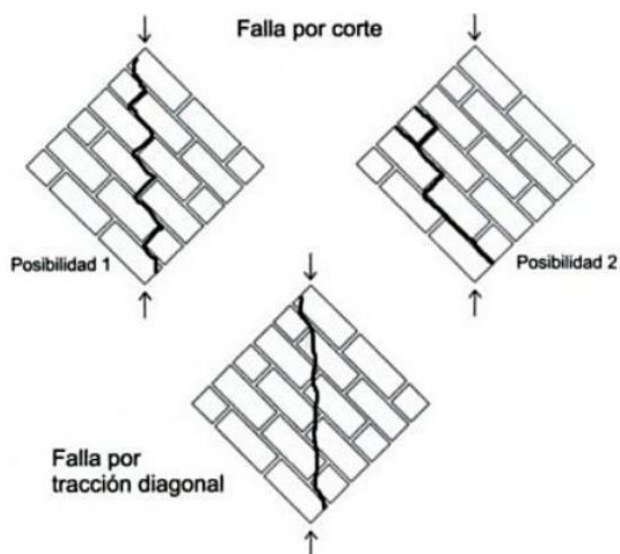
Incremento de $f'_m$ y $v'_m$ por edad			
Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillo de arcilla	1.15	1.05
	Bloque de concreto	1.25	1.05
Pilas	Ladrillos de arcilla y bloque de concreto	1.10	1.00

### Tracción diagonal o corte de muretes de albañilería

Con el fin de establecer la resistencia a corte  $v'_m$ . El murete cuadrado debe tener como medidas mínimas de los lados 0.60 m y debe ser menor a  $0.319\sqrt{f'_m}$  MPa ( $\sqrt{f'_m}$  Kg/cm<sup>2</sup>). Para los resultados debe ser la diferencia entre el valor promediado de los muretes con la desviación estándar.

### Modos de falla en tracción diagonal.

Se da tanto por una tracción diagonal o por corte, se presenta el modelo de la falla de los especímenes. Se da de modo frágil después de aparecer la inicial grieta. La falla por aplastamiento es característica cuando los ladrillos son huecos o perforados, la resistencia es muy baja, todo ello provocado por compresión a corte, cuya particularidad es ser explosiva. [26]



*Ilustración 3 Formas de fallas, según Gallegos y Casabonne (2005).*

Cuando la falla va por las juntas verticales y horizontales, a un ángulo de  $45^\circ$  aproximadamente con la hilada, es porque hay minoría o no se presenta. Pero en cambio, cuando si hay las grietas van cruzando los ladrillos con un ángulo que depende de la magnitud. Como deducción de lo descrito anteriormente se infiere que la falla se presenta en el momento que la tracción primordial consigue su valor crítico. [26]

## PLÁSTICO

El plástico es definido por un conjunto de elementos que produce de forma artificioso o también de fibras sintéticas que tienen a manera de consecuencia en otros arquetipos de tamaño, textura, forma y colores. También se emplea en diferentes factores como en materiales quirúrgicos, forros polares de poliéster, textiles, de la misma forma se usa en piezas para aparatos electrónicos, bolsas, forros polares de poliéster, material agrícola, envases, colchones, etc; este material es un componente casi en todos los productos. [27]

Su composición se basa principalmente por monómeros y de otras materias primas de es de petróleo o gas natural, la que originan organizaciones macromoleculares por medio de algunas reacciones químicas: resinas plásticas (componente estructural principal) o polímeros. Se pueden adicionar ciertos aditivos con el propósito de dar características técnicas como brillo, diferente textura, aumento de temperatura, retardante de llama, dureza. Según su tipo de degradación se clasifica en: [27]

## Plásticos convencionales

La composición química no es afectada con ninguna alteración, pero mediante la radiación solar tiende a degradarse. En este campo están presentes: [27]

*Tabla 5 Tipos de plásticos convencionales.*

Acrónimo	Nombre completo	Productos plásticos
PET o PETE	Polietileno tereftalato	Botellas de agua
PES	Poliéster	Ropa de polyester
LDPE o PEBD	Polietileno de baja densidad	Bolsas de plástico
HDPE o PEAD	Polietileno de alta densidad	Botellas de detergente
PVC	Policloruro de vinilo	Tuberías
PP	Polipropileno	Tapas de botellas
PA	Poliamida	Cepillos de dientes
PS	Poliestireno	Envases de comida para llevar

El polipropileno (PP) pertenece a la familia poliolefinas, estos son considerablemente manipulados en la manufactura por sus particularidades: el costo mínimo, excelente resistencia mecánica, eléctrica y química, beneficiosas propiedades ópticas, simplicidad en el reciclaje y su proceso, Su producción es de 65% a más de todo el plástico en la industria a nivel mundial, lo cual a través de los años su fabricación va a ir de forma ascendente. [28]

Los rasgos del PP es que tiene una resistencia química favorable, aislamiento eléctrico ventajoso y para la modificación es de fácil manejo. Cuenta con una densidad de 0.9 gr/cm<sup>3</sup>, es un elemento con un peso liviano y así a diferencia del resto de plástico para su fabricación se solicita una masa con menos a cantidad a comparación del resto. También presenta una elevada temperatura de fusión, resistencia al calor superior a excepción de las mínimas temperaturas porque produce quebradizo, no tiene agrietamiento ambiental y dispone de una claridad superior. [29]

Tabla 6 Datos técnicos del polipropileno (PP).

DATOS TÉCNICOS	
PROPIEDADES FÍSICAS	
Densidad	0.91 g/cm <sup>3</sup>
PROPIEDADES MECÁNICAS	
Resistencia a la tracción	33 MPa
Resistencia a la flexión	31 MPa
Alargamiento a la rotura	400 %
PROPIEDADES TÉRMICAS	
Temperatura de fusión	164 °C
Máxima temperatura de servicio	82 °C
PROPIEDADES QUÍMICAS	
Ácidos fuertes	Aceptable
Ácidos débiles	Aceptable
Soluciones salinas inorgánicas	Aceptable

Fuente: Emacin. [30]

### **Ladrillos de concreto vibrado con plástico reciclado**

Los ladrillos de concreto al ser elaborados con cualquier tipo de plástico, los cuales pueden contener cemento, agregado fino o grueso. O también se puede elaborar de solo plástico. De alguna manera están fabricados de un componente reciclado. [31]

En cuanto a normativa como base se va a utilizar la norma E. 070 por el motivo que no hay un reglamento detallado para la propuesta de este tipo de ladrillos que presenta en porcentajes el polipropileno. Dichos especímenes de la presente investigación son ladrillos de concreto vibrado con sustitución de plástico reciclado triturado en el confitillo y la ceniza de cascarilla de arroz en el cemento. Luego cada unidad se procede a ensayar para determinar sus propiedades.

### **Utilización de los ladrillos de concreto vibrado**

Para la obtención de las unidades de albañilería se solicita materiales al alcance como confitillo, cemento, arena y agua, una mezcladora o también de manera manual, un aparato de vibración y los moldes de madera o metálicos. Es proceso sencillo que se puede llevar a cabo en el mismo lugar de la obra. Así se reduce el transporte o algún inconveniente al

momento del traslado. Es un punto favorable para la autoconstrucción sea mas viable y mejor accesible.

Dichos ladrillos se caracterizan por ser premoldeados y modulares, se ubican dentro de del rango de mampuestos porque se puede maniobran a mano, son ideales para la albañilería confinada y armada, teniendo en cuenta las propiedades como físicas y mecánicas. Se utilizan en una variedad de aplicaciones en el ámbito de la construcción ya sea para muros exteriores o interiores en una edificación y/o vivienda, muros de contención, parapetos, sobrecimientos, etc. [31]

### **CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ**

La cascarilla de arroz es el resultado del producto producido del procedimiento de molienda del grano de arroz procedente de la agricultura.

Su conductividad térmica es baja, su valor se puede hacer una comparación con la conductividad térmica de favorables materiales caracterizados por ser aisladores. Esta cascarilla no se puede quemar fácilmente, aun así, presenta una alta temperatura de incineración. Todas las características mencionadas son beneficiosas cuando la cascarilla de arroz constituye de un material de obra (tabiques), cemento, donde se pueda combinar su capacidad como resistente al fuego y aislante para proporcionar un material más resistente. [32]

La ceniza producto de la cascarilla de arroz cuando está en combustión de bajas condiciones controladas, cuyo material se utiliza para obtener sílice a gran porcentaje de particularidad amorfa y con el fin de usarse como puzolana, interviene como principio de fases mineralógicas como silicatos tricálcicos y bicálcicos en el cemento.

La sílice de la cáscara de arroz (CCA) es un material que puede reaccionar con la cal presente en el concreto, dando como resultado la formación de cristales de silicato de calcio hidratado (CHS). Estos cristales son beneficiosos porque contribuyen a aumentar las resistencias mecánicas en los concretos adicionados. Por esta razón, la CCA como una expectativa u opción realizable cuando se requiere sustituir en el cemento para la

fabricación de las unidades de albañilería ya se ladrillo o bloque, o algún elemento constructivo.

Esta sustitución no solo puede mejorar las propiedades mecánicas del concreto, sino que también puede ser económica, ya que la CCA es un residuo que generalmente no tiene valor comercial y suele ser desechado o utilizado únicamente en el proceso de secado del grano de arroz. Aprovechar este material en la construcción no solo reduce los costos de producción, sino que también contribuye a la sostenibilidad al reutilizar un subproducto que de otra manera sería desperdiciado. [33]

## ***Terminología***

**Ladrillo:** es un material que se maneja en la construcción en general, tiene una forma ortoédrica, cuyas dimensiones y el peso puede permitir que un operario lo pueda manipular con una sola mano.

**Unidad de albañilería:** Según el tamaño se le denomina ladrillos y bloques. Están compuestas por arcilla cocida (cerámica), de concreto o de arena-cal (sílico-calcáreo).

**Plástico:** Vocablo designado a materiales sintéticos compuestos por los derivados de celulosas, resinas, proteínas y otras sustancias, se pueden moldear fácilmente para ser conversado de manera permanente a partir de cierta temperatura y temperatura.

**Concreto:** es una mezcla que está compuesta por agua, grava, agregados y cemento, al inicio se forma una estructura moldeable y plástica, después de un curado se denota una consistencia rígida con características resistentes y aislantes.

**Cascarilla de arroz:** es un subproducto a causa del transcurso de molienda del grano de arroz los cuales provienen de las tierras de cultivo.

**Mortero:** Es una mezcla que está constituido por aglomerantes, agregado fino y agua, lo que le da la capacidad de ser adhesiva, trabajable y sin segregación de cemento; con el fin de adherir vertical y horizontalmente.

**Agregados:** Término que hace referencia al compuesto de un material geológico como es la arena, grava y piedras para ser empleadas en la construcción, en diversos modos.

**Trituración:** El plástico es triturado para así obtener hojuelas de plástico, con características de un material homogéneo, de mismo tamaño y una forma casi similar aproximadamente.

**Reciclaje:** Mediante el proceso de recolectar y transformar los productos y/o materiales ára así generar una nueva materia prima. Con el propósito de prolongar la etapa de vida de un producto, ahorrar materiales y menos contaminación al medio ambiente ya que se genera menos residuos.

**Albañilería:** También conocido como una obra, son el conjunto de actividades que se deben ejecutar o rectificar una construcción.

**Primas de albañilería:** Son pequeñas muestras de pilas y muretes de ladrillos propuestos, para analizar la resistencia a compresión ( $f'm$ ) y a corte puro ( $v'm$ ) es gracias a los ensayos de compresión axial y diagonal.

**Propiedades mecánicas:** Hace referencia fundamental a resistencia de compresión de la unidad de albañilería, pilas y muretes.

## **Materiales y métodos**

### ***Tipo y nivel de investigación***

#### ***Tipo de investigación***

Según la finalidad es aplicada, por lo que se orienta en la indagación y consolidación de alternativas de mejora para la aplicación en la situación problemática presentada en la proyecta que afecta a la sociedad. Con respecto a la estrategia teórico metodológico es cuantitativa, al emplear la recopilación de datos para comprobar la hipótesis planteada, lo cual genera resultados de cantidad. Según este tipo ejerce sobre la observación, medición. Para la prueba de hipótesis es experimental, según los resultados arrojados se puede verificar la hipótesis, lo que va a evaluar la eficacia del plástico triturado y la ceniza de cascarilla de arroz en el ladrillo propuesto.

#### ***Nivel de investigación***

Es de nivel explicativa, ya que se basa en la evaluación de los efectos en la investigación experimental, por medio de la prueba de hipótesis. Se sustenta en determinar el impacto de la variable independiente en relación con la variable dependiente.

#### ***Diseño metodológico***

El análisis es experimental, puesto que la variable independiente que se empleo fue manejada para corroborar los resultados que se determinan, a través de ensayos en el laboratorio. Con una sola dosificación de control variable en cuanto a la sustitución porcentual del cemento por la ceniza de cascarilla de arroz y del agregado grueso por la trituración del plástico reciclado.

### ***Población, muestra de estudio y muestreo***

#### ***Población***

Se va a fabricar un total de 702 ladrillos propuestos dependiendo de los ensayos que se van a realizar, basándose en el RNE – E0.70 Albañilería.

### ***Muestra de estudio***

El plástico triturado que se va a emplear para la fabricación del ladrillo va a ir en diferentes porcentajes de 0%, 4%, 7% y 10% reemplazando al confitillo y la sustitución del cemento por ceniza de cascarilla de arroz en 5% y 10%. Que van a servir como muestras de estudios para los diferentes ensayos a ejecutar según la norma.

*Tabla 7 Muestra de estudio para los ladrillos propuestos.*

Ceniza de cascarilla de arroz = CCA						
Plástico triturado reciclado = PTR						
Mezcla	Resistencia a la compresión	Absorción	Succión	Pilas (3)	Muretes (18)	TOTAL
PATRÓN	5	5	5	3	3	
	5	5	5	9	54	78
Mezcla	Resistencia a la compresión	Absorción	Succión	Pilas (3)	Muretes (18)	
CCA (5%) + PTR (0%)	5	5	5	3	3	
CCA (5%) + PTR (4%)	5	5	5	3	3	
CCA (5%) + PTR (7%)	5	5	5	3	3	
CCA (5%) + PTR (10%)	5	5	5	3	3	
	5	5	5	9	54	78
	5	5	5	9	54	78
	5	5	5	9	54	78
	5	5	5	9	54	78
	20	20	20	36	216	312
Mezcla	Resistencia a la compresión	Absorción	Succión	Pilas (3)	Muretes (18)	
CCA (10%) + PTR (0%)	5	5	5	3	3	
CCA (10%) + PTR (4%)	5	5	5	3	3	
CCA (10%) + PTR (7%)	5	5	5	3	3	
CCA (10%) + PTR (10%)	5	5	5	3	3	
	5	5	5	9	54	78
	5	5	5	9	54	78
	5	5	5	9	54	78
	5	5	5	9	54	78
	20	20	20	36	216	312
<b>TOTAL</b>						<b>702</b>

### ***Muestreo***

Es un muestreo no probabilístico puesto que la cantidad de ladrillos propuestos se produce tomando en cuenta el total de ensayos que se tiene que ejercer. Analizando el criterio del investigador para emplear el número de ladrillos en cada ensayo.

### ***Hipótesis y operacionalización de variables***

#### ***Formulación de hipótesis***

La incorporación de plástico reciclado triturado y ceniza de cascarilla de arroz en la mezcla para la elaboración de ladrillos de cemento tipo III modifica significativamente sus propiedades mecánicas y físicas.

### *Operacionalización de variables*

Independiente. Porcentaje de sustitución de confitillo por plástico triturado y reemplazo de cemento por ceniza de cascarilla de arroz en los ladrillos propuestos.

Dependiente. Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo propuesto.

*Tabla 8 Operacionalización de variables.*

Variable independiente	Dimensión	Indicadores	Instrumento	Índice
Plástico triturado reciclado	Porcentaje del plástico triturado para la elaboración del ladrillo de concreto en sustitución del confitillo.	% en volumen	Balanza eléctrica	0%, 4%, 7% y 10%
Ceniza de cascarilla de arroz	Porcentaje de la ceniza de cascarilla de arroz para la elaboración del ladrillo de concreto en sustitución del cemento.	% en volumen	Balanza eléctrica	5% y 10%
Variable dependiente		Indicadores	Instrumento	
Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo		Variación dimensional	%	
		Absorción	%	
		Succión		
		Alabeo	mm	
		Resistencia a la compresión	kg/cm <sup>2</sup>	

## *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

### *Técnicas de recolección de datos*

Analizar la información, para así tener conocimiento sobre los ensayos, dosificación, comprender los conceptos de las distintas fuentes bibliográficas. Con el propósito de proyectar todo lo entendido en el proyecto.

### **PLÁSTICO RECICLADO TRITURADO**

El plástico utilizado para este proyecto es el polipropileno PP que es obtenido de las botellas.

Como se puede apreciar en la imagen es un material ligero de grosor de 1 mm aproximadamente, de forma puntiaguda en sus lados. En cuanto a su tamaño y forma son similares. Tiene una medición de 2 cm a 3 cm (20 mm a 30 mm) como máximo de ancho y como mínimo son de 0.5 cm (5mm). Su color se presenta en rojo, azul, verde, amarillo, blanco, celeste, entre otros.



*Ilustración 4 Plástico reciclado triturado.*

Características:

- Mayor versatilidad ya que es relacionado con casi todas las metodologías de procesamiento (Variedad de usos)
- Excelente resistencia química es resistente a la corrosión (tanto a sustancias ácidas como alcalinas) y mecánica (al impacto y fatiga).

- Baja densidad de modo que es ligero.
- Sirve como aislante eléctrico.
- Muy baja absorción de humedad ya que no se daña con el agua, es impermeable.

#### Obtención del plástico:

Se compró el plástico en un lugar donde trituran plástico reciclado de botellas, envases, tapas de botellas, entre otros. Para poder pasar por la máquina trituradora lo clasifican según el tipo. El lugar se ubica en el distrito de José Leonardo Ortiz, por la avenida Eufemio Lora y Lora, a la altura de Transportes Coquito's.

El traslado desde la Catedral de Chiclayo (centro de Chiclayo) hasta el lugar mencionado anteriormente. Tiene una duración de 14 minutos en automóvil.

En la ilustración se puede apreciar la máquina trituradora de plástico, en la parte de arriba se introduce los plásticos, en la parte del centro se encuentran el juego de cuchillas (las cuales son afiladas como se muestra en la foto), y al final es donde es arrojado el material triturado.



*Ilustración 5 Máquina trituradora de plástico.*

## CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ

La ceniza de cascarilla de arroz (cca) es obtenido del Molino “Molinor” ubicado en Carretera Auxiliar 776, Lambayeque 14000.

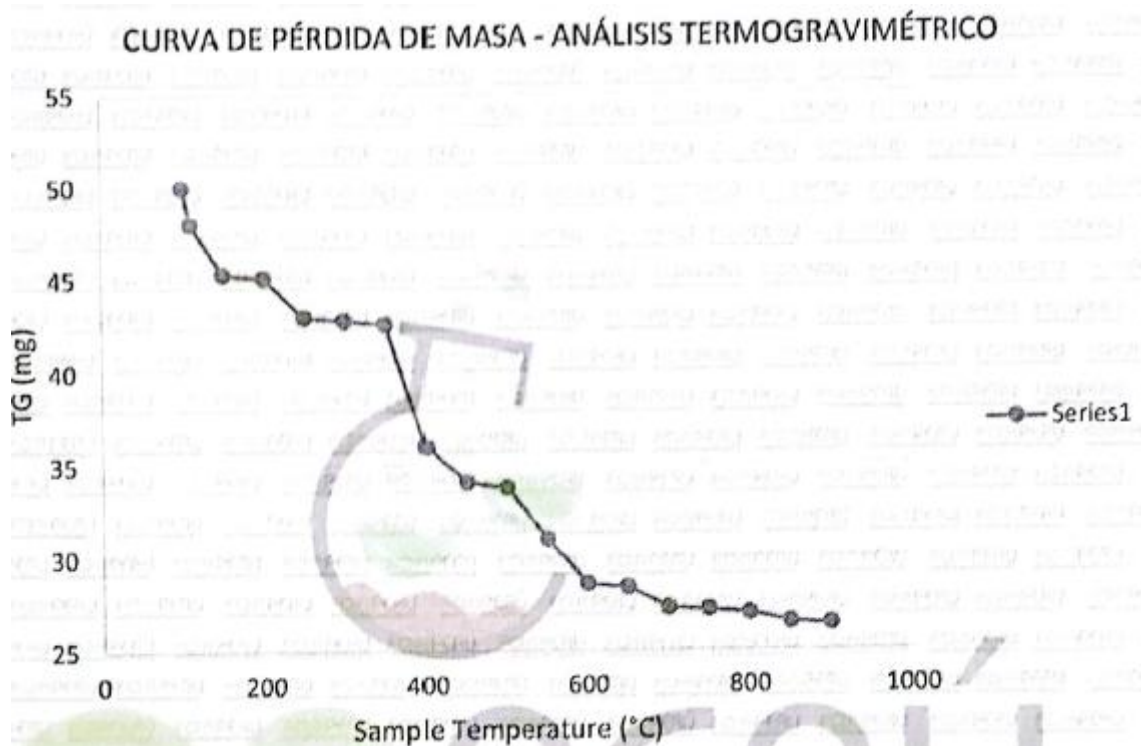


*Ilustración 6 Ceniza de cascarilla de arroz.*

Luego es enviado a Trujillo, en el “Laboratorio Físico Químico Ambiental Perú S.A.C.” para realizar los ensayos de análisis térmico diferencial ATD y termogravimétrico TGA. Dichos resultados van a estar detallados en anexos.

Para el ensayo de análisis Termo gravimétrico nos presenta la curva de pérdida de masa, la cual nos indica desintegración térmica por medio del desgaste de masa tomando en cuenta a la temperatura. El material puede disminuir el 18% de masa aproximadamente, en relación a su peso inicial a la temperatura elevada de prueba.

Gráficas 1 Curva de pérdida de masa de la ceniza de cascarilla de arroz.



En la curva nos indica dos regiones donde se hace más intensa la pérdida, la primera en un rango entre 240 y 400°C y la segunda menos intensa entre 480 y 600°C, posteriormente la pérdida es gradual.

Para el ensayo de espectrometría de fluorescencia de rayos X, se encontraron principalmente calcio (Ca), sílice (Si) y Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró potasio (K), hierro (Fe), fósforo (P), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn) y azufre (S).

Tabla 9 Composición química de la ceniza de cascarilla de arroz.

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O <sub>2</sub> )	47.58	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	9.06	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	16.48	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3.84	
OXIDO DE POTASIO (K <sub>2</sub> O)	2.16	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.08	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.77	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.36	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>3</sub> )	0.05	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.148	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.042	
PÉRDIDA POR QUEMADO	18.43	

Lo cual nos brinda los resultados detallando la composición química lo que se encontró principalmente fue Dióxido de Silicio (SiO<sub>2</sub>) (47.58%), Trióxido de Aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (16.48%) y Óxido de Calcio (CaO) (9.06%).

### Cemento Portland Tipo I

Es de Cemex Quesqueya. El cual fue obtenido en Servicios Generales ADJ ubicado en Av. Chiclayo 1330, José Leonardo Ortiz. El costo de cada bolsa de cemento es de S/31.50. Cuenta con una ficha técnica la cual va a estar detallada en anexos.

Cuyas propiedades:

- Elevada resistencia inicial y final
- En menor tiempo y facilidad de desencofrado
- En el fraguado su tiempo es insuperable
- Extraordinaria estabilidad y manejabilidad
- Menora el calor de hidratación y también la propensión a fisuración en considerables estructuras

- Tiene un elevado rendimiento, provechoso, rentable y óptimo
- Evita la segregación de la mezcla y ayuda a minimizar la exudación, por lo que el concreto pueden ser manejado y colocado con mayor facilidad.
- El concreto es fácil de manipular y al momento de colocar, impide la segregación en la mezcla y menora la exudación.

### **Arena gruesa**

Es obtenido de la cantera Pátapo La Victoria S.A. Se va a realizar ensayos los cuales están detallados anteriormente para verificar si cumple con los requisitos establecidos en la NTP.

### **Confitillo**

Confitillo de  $\frac{1}{4}$ . Es obtenido de la cantera Pátapo La Victoria S.A. Se va a realizar ensayos los cuales están detallados anteriormente para verificar si cumple con los requisitos establecidos en la NTP.

### **Agua**

Agua potable, proveniente de los lugares en los cuales se efectuaron los ensayos y la fabricación de los ladrillos.

### **Gavera de madera**

Es un método antiguo para fabricar ladrillos. En este caso se optó por hacer en un conjunto de 10 ladrillos y se fabricó un total de 10 gaveras con la finalidad de avanzar en menos tiempo.



*Ilustración 7 Gavera de madera.*



*Ilustración 8 En total la fabricación fue de 10 gaveras.*

### **Máquina bloquera compactadora**

Vale para producir bloques de cemento vibrados. Al momento de verter la mezcla y de descargar los ladrillos se realiza en forma manual. Presenta un procedimiento de vibrado por medio de un motor trifásico o monofásico. Cuyas características: confeccionada en hacer, fácil desplazamiento, incluye una pala dosificadora y el montaje de los moldes es de fácil ejecución.

En este caso la máquina bloquera fue adaptado para los ladrillos, el cual el molde tuvo que ser modificado con las medidas del ladrillo de 24 cm x 14 x 9 cm.



*Ilustración 9 Máquina bloquera compactadora.*

### **Trompo mezclador concreto**

Cuya función es realizar una preparación uniforme y homogénea, y mezcla de concreto con un fácil manejo de carga y descarga. De manera rápida gracias a su tambor y con conexión eléctrica monofásica.

### **Baldes**

Baldes para pesar el material de la arena, confitillo, ceniza y agua. Baldes con capacidades de 5 y 20 litros. También se utilizó para trasladar la mezcla del trompo mezclador hacia la máquina bloquera.

### **Balanza industrial**

Es utilizada en los sectores del comercio mercantiles por su capacidad de peso ya que posee una exactitud apropiada. Accediendo a un ambiente laborar más fluido y eficaz por lo que tiene una comodidad y es de recurso rápido en el transcurso del tiempo. Con una graduación de 50 gramos también incluye la función tara. Cuya función era pesar cada material de la mezcla, según la dosificación.

### **Piscina**

Para el curado de los ladrillos, cuyo material es de plástico con medidas de 2,21 m x 1,50 m x 43 cm. Con una capacidad de agua: 1200 litros.



*Ilustración 10 Piscina adaptada para el curado de ladrillos.*

## PROCEDIMIENTOS

### ENSAYOS A LOS AGREGADOS

#### Análisis granulométrico

Arena gruesa: Para ello se tomó una muestra húmeda de 507.2 gramos, la cual se llevó al horno por un período de 24 hrs. y se obtuvo una muestra seca con un peso de 500 gramos. Utilizando los tamices desde 3/8" hasta N°100. Luego se procedió a realizar el ensayo siguiendo los pasos de la NTP 400.012, detallada en la base teórica.



*Ilustración 11 Arena para el ensayo del análisis granulométrico.*

Confitillo: Para ello se tomó una muestra húmeda de 4999.4 gramos, la cual se llevó al horno por un período de 24 hrs. y se obtuvo una muestra seca con un peso de 4982.7 gramos. Utilizando los tamices desde 2" hasta N°16. Luego se procedió a realizar el ensayo siguiendo los pasos de la NTP 400.012, detallada en la base teórica.



*Ilustración 12 Después de tamizar, el confitillo clasificado según por donde pasa el tamiz.*

#### Peso unitario suelto y compactado

Arena gruesa: Siguiendo los pasos de la norma técnica peruana 400.017. Se escogió dos muestras las más cercanas entre sí, para el peso suelto fue de 8480 gramos y 8494 gramos, y el peso compactado fue de 8984 gramos y 8992 gramos. Se utilizó un molde cilíndrico cuyas medidas son 30.2 cm de altura y un diámetro de 15.2 cm.

Confitillo: Siguiendo los pasos de la norma técnica peruana 400.017. Se escogió dos muestras las más cercanas entre sí, para el peso suelto fue de 7350 gramos y 7358 gramos, y el peso compactado fue de 7704 gramos y 7702 gramos. Se utilizó un molde cilíndrico cuyas medidas son 30 cm de altura y un diámetro de 15.2 cm.

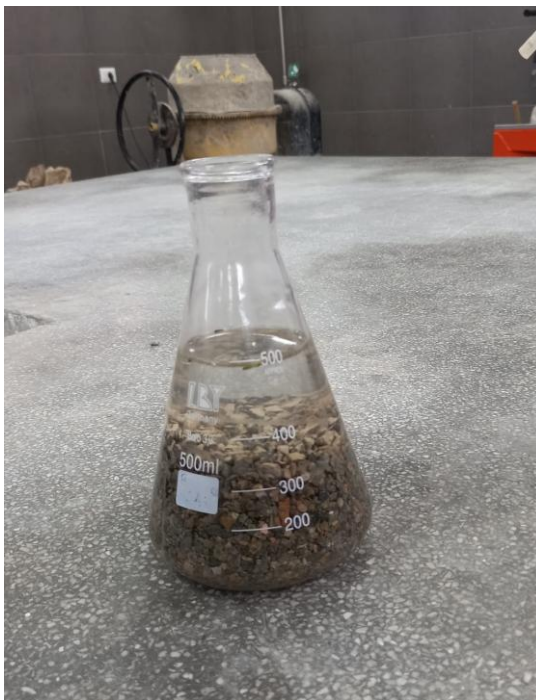


*Ilustración 13 Ensayo del peso unitario.*

#### Peso específico

Arena gruesa: Se va a pesar el frasco, el cual es 212 gramos. Luego el peso de la muestra saturada seca superficialmente de 500 gramos. Luego se introduce la muestra sss al frasco para añadir el agua hasta el límite de 500 ml, con un peso de 1021.9 gramos. Después de ello se procede a realizar los pasos estipulados en la norma NTP 400.022. La muestra seca en horno es de 496.6 gramos.

Confitillo: Se va a pesar la canastilla, el cual es 730 gramos. Luego el peso de la muestra saturada seca superficialmente de 1496 gramos. Luego se introduce la muestra sss al frasco para añadir el agua hasta el límite de 500 ml, con un peso de 1669 gramos. Después de ello se procede a realizar los pasos estipulados en la norma NTP 400.022. La muestra seca en horno es de 1489 gramos.



*Ilustración 14 Ensayo del peso específico del confitillo, el agua esta en el límite de 500 ml.*

#### Contenido de humedad

Arena gruesa: Siguiendo los pasos detallados en la NTP 339.815. Primero se tomó el peso de la muestra húmeda con 411.3 gramos, luego llevada al horno para obtener el peso de la muestra seca con 406.1 gramos.

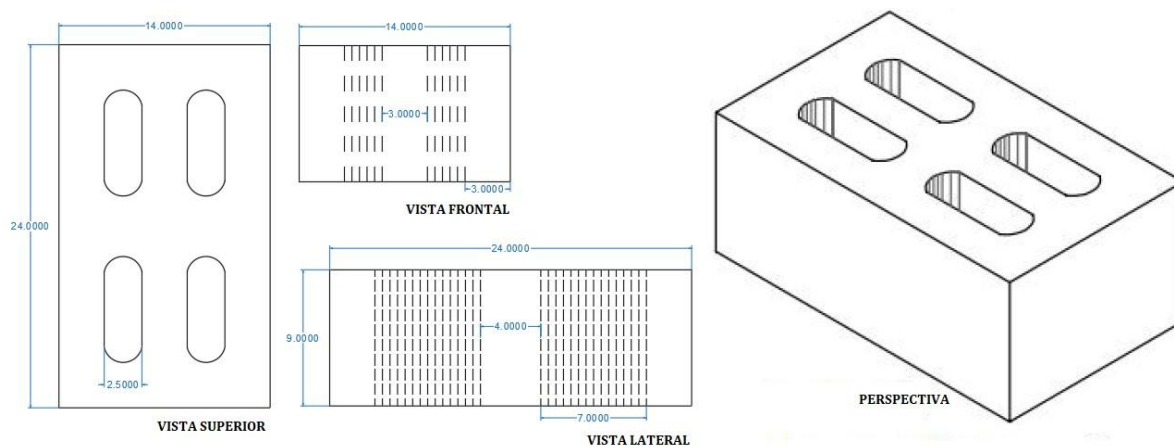


*Ilustración 15 Ensayo de contenido de humedad, la muestra es llevada al horno.*

Confitillo: Siguiendo los pasos detallados en la NTP 339.815. Primero se tomó el peso de la muestra húmeda con 700 gramos, luego llevada al horno para obtener el peso de la muestra seca con 697.7 gramos.

#### DIMENSIONES DEL LADRILLO

Las medidas adoptadas para el esbozo del ladrillo es de largo 24 cm, ancho 12 cm y una altura de 9 cm. La resistencia  $f^b = 95 \text{ Kg/cm}^2$ , mínima para una unidad de albañilería Tipo III.



*Ilustración 16 Detalle de la geometría de los ladrillos propuestos.*

### Asentamiento del concreto

Una muestra de concreto fresco se colocó en el molde y luego fue compactado por la varilla. Después de ello se retira el molde hacia arriba para así permitir que el concreto se asiente. Después de ello se procedió a medir la distancia vertical desde la posición inicial y la desplazada. El cual nos dio un asentamiento de 4”.



*Ilustración 17 Asentamiento del concreto, 4" pulgadas.*

### DISEÑO DE MEZCLA

Para el diseño de mezcla se optó por una resistencia de  $120 \text{ kg/cm}^2$  ya que el ladrillo tipo III tiene resistencia mínima de  $95 \text{ kg/cm}^2$ . Para ello se procedió hacer los cálculos correspondientes y así iniciar hacer en 3 probetas como prueba para ver si cumple el diseño propuesto, pasado los 28 días se continuó con el ensayo de resistencia a la compresión para cada probeta. Los resultados fueron cercanos al dato propuesto, después de ello se llevó a cabo la fabricación de los ladrillos propuestos.

Como primer paso se va a escoger la resistencia requerida del diseño que sería de  $120 \text{ kg/cm}^2$ , mayor a la resistencia del ladrillo tipo III, luego de ello de todos los ensayos detallados anteriormente se va tomar los siguientes datos, tanto de la arena como del confitillo:

*Tabla 10 Datos obtenidos de los agregados.*

GRUESO : Confitillo	FINO : Arena gruesa		
01.- Tamaño máximo nominal	3/8"	-----	pulg.
02.- Peso Unitario suelto seco	1346	1527	$\text{kg/cm}^3$
03.- Peso Unitario compactado seco	1410	-----	$\text{kg/cm}^3$
04.- Peso específico de masa seco	2673	2612	$\text{kg/cm}^3$
05.- Contenido de humedad	0.33	1.28	%
06.- Contenido de absorción	0.47	0.68	%
07.- Módulo de fineza (adimensional)	-----	2.779	

Luego se determina el  $f'_{cr}$  (resistencia promedio), lo cual nos indica la norma E 060 se va aumentar 70 ya que es menor a  $f'_c$   $210 \text{ kg/cm}^2$ .

*Tabla 11 Determinación del  $f'_{cr}$ .*

$f'_c$ especificado	$f'_{cr}$ ( $\text{Kg/cm}^2$ )
< 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 85$
> 350	$1.1f'_c + 50$

Luego de ello se va a seleccionar el TMN del agregado grueso para ver el contenido de aire atrapado. Con un TMN de 3/8", lo cual nos va arrojar un 3% de contenido de aire.

Después de ello, según el resultado del asentamiento lo cual nos da 4". Para ello nos da un volumen de agua de  $228 \text{ L/m}^3$ .

Tabla 12 Volumen de agua por m<sup>3</sup> en lts.

Asentamiento	Tamaño máximo nominal de agregado grueso							
	1" = 25 mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	--

Dicha relación agua material cementante (a/mc) nos da la relación de 0.728 ya que el f'cr está en el rango de 150 a 200 kg/cm<sup>3</sup>.

Después se procede a calcular la cantidad de cemento dividiendo el agua con la relación a/c: que es 228/0.728 da como resultado 313 kg/m<sup>3</sup> de cemento. Luego se procede a calcular los volúmenes absolutos de la arena y la grava (confitillo).

Tabla 13 Volúmenes absolutos de los agregados.

Cemento	313	Kg/m <sup>3</sup>
Agua	228	Lt/m <sup>3</sup>
Aire	3	%
Arena	1042	Kg/m <sup>3</sup>
Grava	652	Lt/m <sup>3</sup>

Después se procede a corregir por humedad del agregado, ya que generalmente los agregados están húmedos y a su peso seco se debe sumar el peso del agua que contienen, tanto como absorbida y superficial.

*Tabla 14 Corrección por humedad de los agregados.*

Corrección por humedad		Agua Efectiva
A r e n a	1055	6.3
G r a v a	654	-0.9
		5.4

Después se procede a corregir tanto al agua como a la arena y al confitillo.

*Tabla 15 Resultado final del diseño húmedo.*

a) C e m e n t o	313	Kg/m <sup>3</sup>
b) A g u a	223	Lt/m <sup>3</sup>
c) A r e n a	1055	Kg/m <sup>3</sup>
d) G r a v a	654	Kg/m <sup>3</sup>

Como está en kg/m<sup>3</sup> lo vamos a pasar a volúmenes para su dosificación.

*Tabla 16 Dosificación en volúmenes (lts/pie<sup>3</sup>).*

Proporción en peso :	1.00	3.37	2.09	30.2
Proporción en volumen :	1.00	3.31	2.33	30.2



*Ilustración 18 Elaboración del concreto con el diseño propuesto.*



*Ilustración 19 Desencofrado de las probetas.*

## ELABORACIÓN DEL LADRILLO PROPUESTO

Para dicha actividad se ejecutó en un sitio amplio con un piso de tierra nivelado. Luego se reunió todos los materiales necesarios para la elaboración. Una vez pesados los materiales en relación con una bolsa de cemento (42.5 kg), lo cual dependiendo del tipo de muestra (el % de la ceniza de cascarilla y el plástico triturado reciclado) va a variar el peso de cada material para así se procedió a mezclar en el trompo, con la finalidad de que la preparación sea uniforme y homogénea. Después se retiró para llevarla a la máquina bloquera de a pocos para elaborar los ladrillos. Empezando desde arriba hacia abajo para que alcanzara todo en una sola fila, ya que

en la máquina se fabrica 5 ladrillos a la vez. Para cada muestra de ladrillo se utilizó dos bolsas de cemento. Pasando las 24 horas se procedió a marcar cada ladrillo identificando la muestra a que le corresponde, en seguida se llevó a la piscina para el curado, con agua tapando a los ladrillos en su totalidad para ser dejados ahí 7 días. Posteriormente se retira de la piscina y se deja en un lugar limpio para esperar los 28 días como lo dice en la norma. Para así finalmente, los ladrillos estén aptos para los ensayos correspondientes y la elaboración de pilas y muretes.



*Ilustración 20 Elaboración de los ladrillos propuestos en el lugar de piso de tierra.*

## ENSAYOS PARA EL LADRILLO

### Variación dimensional

Siguiendo los pasos de la norma técnica peruana 399.604, se procede a medir 45 ladrillos en total (5 ladrillo por las 9 muestras). Una vez obtenido las medidas, lo pasamos a calcular cada dimensión promedio por cada cara (largo, ancho y alto) con la dimensión prevista para su elaboración. Fórmula detallada en la revisión literaria.



*Ilustración 21 Medición de cada ladrillo propuesto.*

### Resistencia a la compresión

El ensayo se realizó con unidades secas, luego se procede a colocar en la máquina para determinar la carga de rotura que luego en el cálculo se va a dividir con el área neta.



*Ilustración 22 Ensayo de resistencia de compresión para cada ladrillo.*

#### Absorción

En una piscina o algún espacio que el agua este al tope para sumergir los ladrillos, luego se procede a separarlos del agua y dejar drenar en un intervalo de un minuto, después con la ayuda de un paño secamos el agua que esta en la superficie de manera visible y anotamos el peso saturado. Finalmente, por un lapso de 24 horas se coloca en el horno, transcurrido el tiempo se retira y esperamos que se enfríe para manipular sin ningún inconveniente y se anota el peso secado.



*Ilustración 23 Ladrillos ubicados en el horno.*

### Alabeo

Para el alabeo se va a utilizar una regla metálica y una regla de Vernier, para ello en una área plana y libre algún elemento. Se va a situar el ladrillo en la superficie, luego de extremo a extremo de manera diagonal se va a colocar la regla metálica vinculando ambos puntos opuestos y se verifica si es cóncavo o convexo, después se procede a medir con la regla de Vernier la franja que tiene más alabeo. Se realizó 5 ladrillos por cada muestra, para ambas caras y se anota cada medida para luego hallar el valor promedio.



*Ilustración 24 Ensayo de alabeo para cada ladrillo.*

#### Succión

Los ladrillos se secaron en el horno por un periodo por 24 horas para conseguir un peso seco. En una superficie plana se puso una bandeja amplia en que se derramó agua a la altura de 3mm con respecto a la superficie de la bandeja. Después se procedió a medir la longitud y ancho de cada unidad para hallar el área de la unidad que se sumergió en el agua en un lapso de 60 segundos, para luego anotar seguidamente el peso húmedo.



*Ilustración 25 Un ladrillo propuesto en el ensayo de succión, ubicada en una bandeja con agua a un nivel de 3 mm.*

#### MORTERO

Para ello se va a realizar ensayos de granulometría, peso suelto y compactado, peso específico y absorción a la arena. Luego se procede a desarrollar dos diseños de mezcla de mortero con dos diferentes relaciones de agua/cemento de 0.80 y 0.85. Para así poder hallar su resistencia a la compresión de cada cubito de mortero y que sea apropiada para la resistencia del ladrillo propuesto. En la fluidez del mortero se hizo para los dos diseños, siguiendo los pasos de norma 334.057. Para hallar la resistencia a la compresión del mortero para cada relación a/c un total de 12 cubitos para hacer rotura en 3, 7, 14 y 28 días. En total fueron 24 cubitos, cuyo lado fue de 5 cm.



*Ilustración 26 Los 12 cubitos de mortero para el ensayo de resistencia de compresión del mismo.*

#### Fluidez del mortero

Para ello se procedió a seguir los pasos descritos de la NTP 334.057, para ambas relaciones de mortero.



*Ilustración 27 Medición del diámetro para la fluidez del mortero.*

## PILAS

Para cada muestra se realizó 3 pilas de 3 hiladas cada una. Para ello se utilizó el mortero de relación a/c 0.80. La altura y verticalidad de las pilas se controló con un nivel. Las pilas fueron rociadas de agua tres veces al día durante la primera semana, el restante de días solo una vez al día. Pasados los 28 días fueron ensayas en la máquina para la compresión axial. Luego se corrigió el valor obtenido de acuerdo con el factor de corrección por esbeltez, interpolando valores en la tabla según la norma E.070 Albañilería.



*Ilustración 28 Elaboración de las pilas de tres hiladas, controlada por un nivel para verificar la verticalidad.*

## MURETES

Para dicha elaboración se necesitó para cada murete un total de 15 ladrillos, y se realizó 3 muretes por cada muestra, al final se realizó 27 muretes. Para ello se utilizó el mortero de relación a/c 0.80. Después de ellos los muretes son ensayados a los 28 días, sometiéndolos a una carga de compresión a lo largo de su diagonal.



*Ilustración 29 Muretes elaborados para luego ser ensayados.*

## Resultados y discusión

### ENSAYOS A LOS AGREGADOS

#### Análisis granulométrico

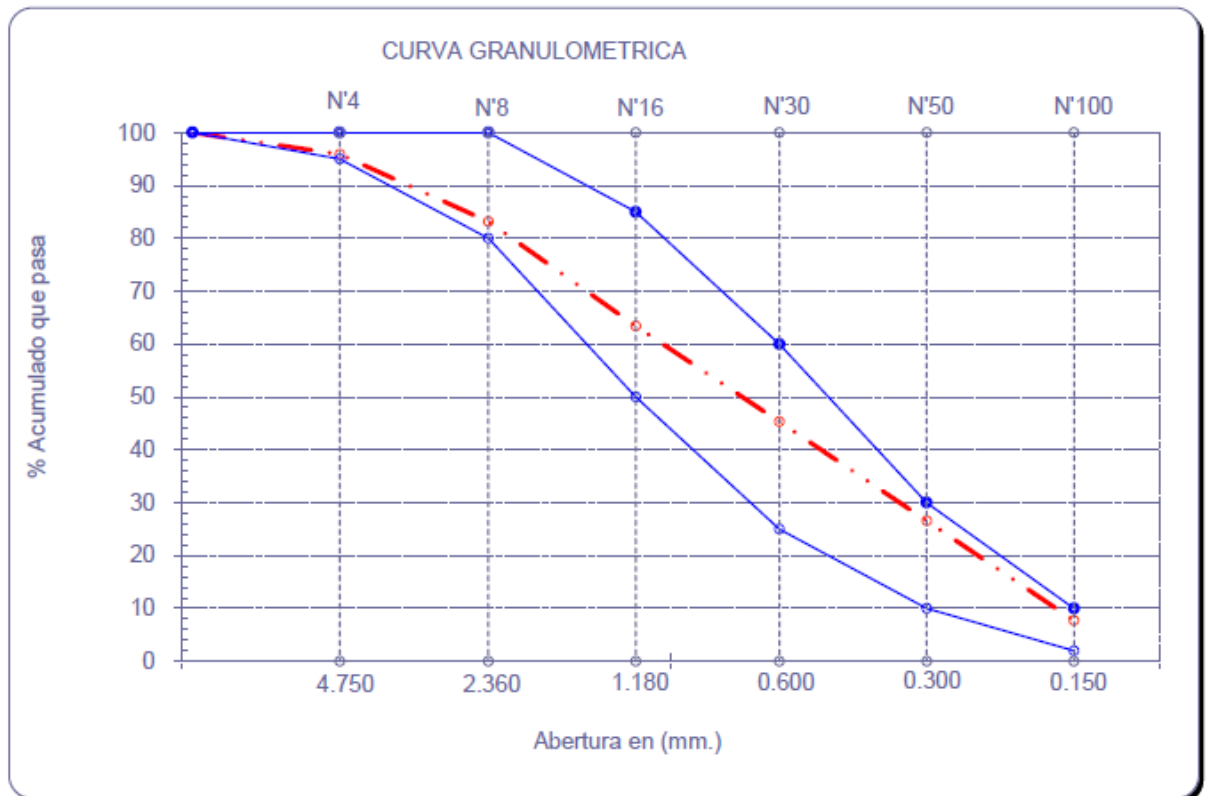
Arena:

En este cuadro se observa el número de malla tanto en pulgadas como en mm. En la otra fila se procede a escribir los resultados del peso retenido en cada malla. Para hallar el % retenido se procede a calcular con una regla de tres simple para ver que porcentaje tiene con respecto al total de la masa inicial seca. Para el % acumulado, se procede a sumar el % acumulado anterior con el % retenido.

*Tabla 17 Granulometría de la arena.*

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	20.5	4.1	4.1	95.9	95	100
Nº 08	2.360	63.6	12.7	16.8	83.2	80	100
Nº 16	1.180	98.9	19.8	36.6	63.4	50	85
Nº 30	0.600	90.2	18.0	54.6	45.4	25	60
Nº 50	0.300	93.9	18.8	73.4	26.6	10	30
Nº 100	0.150	94.3	18.9	92.3	7.7	2	10
Fondo		38.6	7.7	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.779			
Abertura de malla de referencia				9.500			

Nos resulta un módulo de fineza 2.779 lo que quiere decir que el material es ligeramente grueso, el material cumple con los husos granulométricos ya que su %acumulado que pasa se encuentra entre los límites especificados.



Aquí se muestra lo antes mencionado, el porcentaje acumulado que pasa se grafica justo dentro de las curvas límites, lo que quiere decir que su tamaño está bien distribuido y que puede usarse sin restricciones.

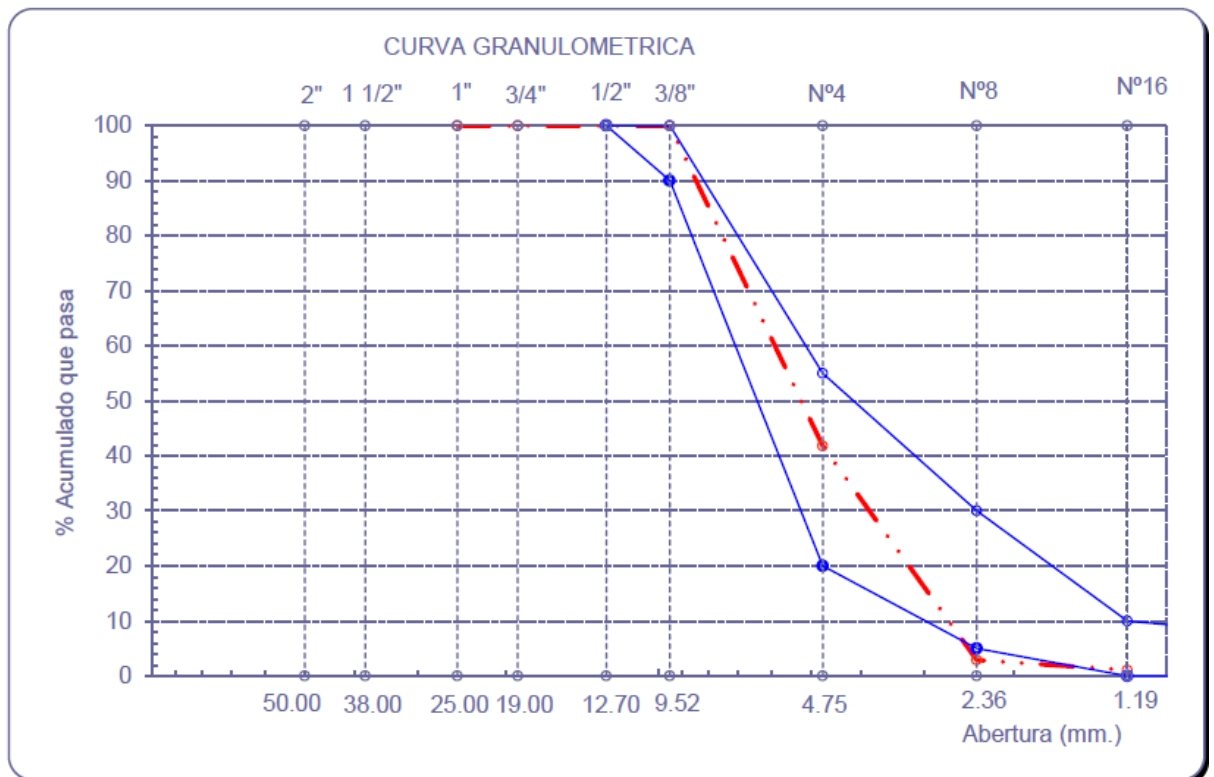
**Confitillo:**

El mismo procedimiento del agregado fino, para así poder graficar en la curva con respecto su malla en mm y % acumulado que pasa.

Tabla 18 Granulometría del confitillo.

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)					USO 56	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	95.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	40.0	85.0
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	25.0	60.0
3/8"	9.52	2.0	0.0	0.0	100.0	0.0	15.0
Nº 04	4.75	2900.0	58.2	58.2	41.8	0.0	10.0
Nº 08	2.36	1936.8	38.9	97.1	2.9	0.0	0.0
Nº 16	1.19	90.4	1.8	98.9	1.1	0.0	0.0
Fondo		53.5	1.1	100.0	0.0		
Tamaño Máximo			1/2"	12.70			
Tamaño Máximo Nominal			3/8"	9.52			

El menor tamiz por el que pasa toda la muestra es 1/2" (T.M.) y el primer retenido sería 3/8" (T.M.N.).



La curva roja representa el porcentaje de acumulado que pasa y se encuentra la entre las curvas azules que son los límites superior e inferior reglamentado. En el tamiz N° 08 está fuera del límite inferior.

Peso unitario suelto y compactado

Arena:

Los datos obtenidos fueron el peso del material (peso en tara), el volumen del molde en  $m^3$  lo cual sus dimensiones fueron 15.2 cm de diámetro y 30.2 cm de altura de forma cilíndrica, también un dato necesario para el punto 4 es el contenido humedad 1.44%.

*Tabla 19 Peso unitario suelto de la arena.*

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>8480</b>	<b>8494</b>
2.- Peso del material		8480	8494
3.- Constante ó Volumen	( $m^3$ )	0.00548	0.00548
4.- Peso unitario suelto húmedo	( $kg/m^3$ )	1547	1550
5.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	( $kg/m^3$ )	<b>1527</b>	

Su peso unitario suelto seco es de  $1527 kg/cm^3$ , el cual es un dato para el diseño de mezcla que influye en la proporción de volumen para la dosificación de la mezcla.

*Tabla 20 Peso unitario compactado de la arena.*

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>8984</b>	<b>8992</b>
2.- Peso del material		8984	8992
3.- Constante ó Volumen	( $m^3$ )	0.00548	0.00548
4.- Peso unitario compactado húmedo	( $kg/m^3$ )	1639	1641
5.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	( $kg/m^3$ )	<b>1617</b>	

Su peso unitario compactado seco es de  $1617 kg/cm^3$ .

Confitillo:

Los datos obtenidos fueron el peso del material (peso en tara), el volumen del molde en  $m^3$  lo cual sus dimensiones fueron 15.2 cm de diámetro y 30.0 cm de altura de forma cilíndrica, también un dato necesario para el punto 4 es el contenido humedad 0.34%.

*Tabla 21 Peso unitario suelto del confitillo.*

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>7350</b>	<b>7358</b>
2.- Peso del material		7350	7358
3.- Constante ó Volumen	( $m^3$ )	0.00544	0.00544
4.- Peso unitario suelto húmedo	( $kg/m^3$ )	1350	1352
5.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	( $kg/m^3$ )	<b>1346</b>	

Su peso unitario suelto seco es de  $1346 kg/cm^3$ , el cual es un dato para el diseño de mezcla que influye en la proporción de volumen para la dosificación de la mezcla.

*Tabla 22 Peso unitario compactado del confitillo.*

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>7704</b>	<b>7702</b>
2.- Peso del material		7704.0	7702.0
3.- Constante ó Volumen	( $m^3$ )	0.00544	0.00544
4.- Peso unitario compactado húmedo	( $kg/m^3$ )	1415	1415
5.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	( $kg/m^3$ )	<b>1410</b>	

Su peso unitario compactado seco es de  $1410 kg/cm^3$ , cuyo dato es usado para cálculo de volúmenes absolutos en el confitillo.

Peso específico

Arena:

Estos datos ya están procesados, son resultados de cada parámetro según la NTP.

*Tabla 23 Peso específico y % de absorción de la arena.*

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.612</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.630
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.660
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.68</b>

El peso específico para la arena es de 2.612 gr/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de absorción de 0.68%, los cuales estos datos para la corrección por humedad y en el cálculo de volúmenes absolutos.

Confitillo:

Estos datos ya están procesados, son resultados de cada parámetro según la NTP.

*Tabla 24 Peso específico y % de absorción del confitillo.*

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.673</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.686
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.707
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.47</b>

El peso específico para la arena es de 2.673 gr/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de absorción de 0.47%, los cuales estos datos para la corrección por humedad y en el cálculo de volúmenes absolutos.

Contenido de humedad

Arena:

*Tabla 25 Contenido de humedad de la arena.*

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>411.3</b>	<b>411.3</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>406.1</b>	<b>406.1</b>
C.- Contenido de humedad	(%)	1.28	1.28
D.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.28</b>	

Como resultado se obtuvo que la arena gruesa de la cantera La Victoria tiene un contenido de humedad de 1.28%.

Confitillo:

*Tabla 26 Contenido de humedad del confitillo.*

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>700</b>	<b>700</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>697.7</b>	<b>697.7</b>
C.- Contenido de humedad	(%)	0.3	0.3
D.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.33</b>	

Como resultado se obtuvo que la arena gruesa de la cantera La Victoria tiene un contenido de humedad de 0.33%.

## ENSAYOS PARA EL LADRILLO

### Variación dimensional

Según la norma la variación dimensional para sus dimensiones debe ser para el alto  $\pm 5$ , ancho  $\pm 4$  y largo  $\pm 3$ .

*Tabla 27 Variación dimensional para cada ladrillo.*

Descripción de la unidad	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
Ladrillo patrón	0.00	0.00	-0.03
5 % cca + 0 % prt	0.00	-0.01	-0.02
5 % cca + 4 % prt	0.00	0.00	-0.02
5 % cca + 7 % prt	0.00	0.00	-0.02
5 % cca + 10 % prt	0.00	0.00	-0.01
10 % cca + 0 % prt	-0.01	-0.01	-0.02
10 % cca + 4 % prt	0.00	-0.01	-0.01
10 % cca + 7 % prt	-0.01	-0.01	-0.02
10 % cca + 10 % prt	0.00	0.00	-0.03

Fuente: Elaboración propia.

El promedio de ello está entre  $\pm 1$ , es decir que si cumple con la norma establecida según los parámetros para el ladrillo tipo III.

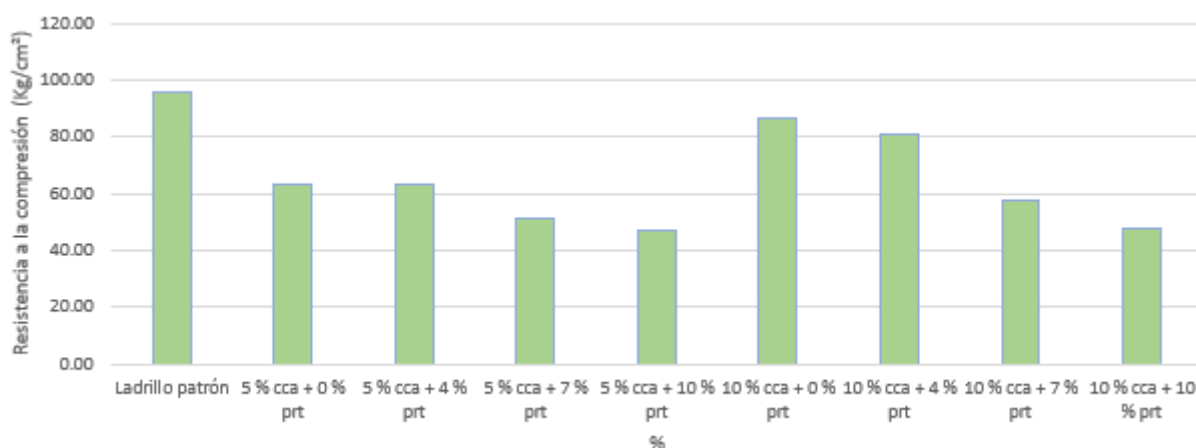
## Resistencia a la compresión

Los resultados promedios para tipo de ladrillo son:

*Tabla 28 Resistencia de compresión de las unidades de albañilería.*

<b>Identificación</b>	<b>Resistencia a la compresión</b>	
Ladrillo patrón	95.56	Kg/cm <sup>2</sup>
5 % cca + 0 % prt	63.18	Kg/cm <sup>2</sup>
5 % cca + 4 % prt	62.94	Kg/cm <sup>2</sup>
5 % cca + 7 % prt	51.15	Kg/cm <sup>2</sup>
5 % cca + 10 % prt	46.98	Kg/cm <sup>2</sup>
10 % cca + 0 % prt	86.31	Kg/cm <sup>2</sup>
10 % cca + 4 % prt	80.70	Kg/cm <sup>2</sup>
10 % cca + 7 % prt	57.46	Kg/cm <sup>2</sup>
10 % cca + 10 % prt	47.48	Kg/cm <sup>2</sup>

El ladrillo patrón si cumple con la norma según la norma E. 070, el resto por debajo a los cuales les sigue el ladrillo 10% cca + 0% prt y 10% cca + 4% prt los cuales presenta 86.31 kg/cm<sup>2</sup> y 80.70 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. El más bajo fue la muestra 5% cca + 10% prt con una resistencia de 46.98 kg/cm<sup>2</sup>.



En esta gráfica se visualiza mejor las resistencias obtenidas de cada muestra, las tres mencionadas anteriormente están en el rango de 80 a 100 kg/cm<sup>2</sup>. También se puede

visualizar que los resultados son más altos en las muestras que tienen el 10% de ceniza de cascarilla de arroz a comparación del 5% de cca.

### Absorción

Los resultados para las 9 muestras de las unidades de albañilería son:

*Tabla 29 Porcentaje de absorción para cada muestra de ladrillo.*

Muestra	Absorción (%)
Ladrillo patrón	7.67
5 % cca + 0 % prt	7.50
5 % cca + 4 % prt	7.34
5 % cca + 7 % prt	6.88
5 % cca + 10 % prt	6.25
10 % cca + 0 % prt	7.80
10 % cca + 4 % prt	7.16
10 % cca + 7 % prt	6.47
10 % cca + 10 % prt	6.15

Según la norma E. 070 para las unidades de concreto la absorción será menor al 12%, el cual en este caso si cumple. El mayor lo obtiene la muestra del 10% cca + 0% prt con 7.8 % y el menor es 6.15% de 10% cca + 10% prt.

### Alabeo

De las muestras de ladrillos se obtuvieron los siguientes resultados:

*Tabla 30 Ensayo de alabeo para cada tipo de ladrillo.*

Descripción de la unidad	Alabeo promedio (mm)
Ladrillo patrón	1.47
5 % cca + 0 % prt	1.05
5 % cca + 4 % prt	1.03
5 % cca + 7 % prt	0.84
5 % cca + 10 % prt	1.27
10 % cca + 0 % prt	0.34
10 % cca + 4 % prt	1.56
10 % cca + 7 % prt	1.47
10 % cca + 10 % prt	1.68

Los resultados nos dan menor a 2 mm, lo cual según el ladrillo tipo III el máximo sería de 6 mm, nuestros resultados están por debajo de ello e incluso del ladrillo tipo V que su máximo alabeo es de 2 mm. Todos los ladrillos cumplen con la norma E 070 Albañilería. El de mayor alabeo fue el de 10 % cca + 10 % prt con un promedio de 1.68 mm.

#### Succión

De las muestras de ladrillos se obtuvieron los siguientes resultados:

*Tabla 31 Ensayo de succión para cada tipo de ladrillo.*

Descripción de la unidad	Succión promedio (gr)
Ladrillo patrón	5.93
5 % cca + 0 % prt	5.96
5 % cca + 4 % prt	5.94
5 % cca + 7 % prt	5.97
5 % cca + 10 % prt	5.96
10 % cca + 0 % prt	5.97
10 % cca + 4 % prt	5.94
10 % cca + 7 % prt	5.95
10 % cca + 10 % prt	5.94

Cuya succión está desde 5.93 hasta 5.97 gramos, están en un rango que no necesitan ser regados durante 30 min de 10 a 15 horas antes del asentado, ya que su valor está por debajo de la norma establecida.

## CLASIFICACIÓN DE LADRILLO

El cuadro presenta los resultados de resistencia y comportamiento de los ladrillos elaborados con diferentes porcentajes de ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y polvo de ladrillo reciclado (PRT), comparados con un ladrillo patrón. Se observa que la mayoría de mezclas alcanzan valores de resistencia a la compresión dentro de la Clase II, suficientes para su aplicación en tabiques no portantes. Los ladrillos con hasta 10 % de CCA y bajos contenidos de PRT mantienen resistencias adecuadas ( $\approx 63\text{--}86 \text{ kg/cm}^2$ ), mientras que los que incorporan mayores proporciones de PRT muestran una reducción significativa ( $\approx 47\text{--}57 \text{ kg/cm}^2$ ). En general, el comportamiento dimensional y la absorción de agua se mantienen dentro de rangos aceptables, confirmando la viabilidad del material para muros divisorios interiores.

Tabla 32 Fuente: Elaboración propia.

	<b>VARIACIÓN DIMENSIONAL</b>			<b>ALABEO</b>	<b>RESISTENCIA</b>	<b>TIPO</b>
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	mm	kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Ladrillo patrón</b>	0.00	0.00	-0.03	0.55	95.56	<b>III</b>
<b>5 % cca + 0 % prt</b>	0.00	-0.01	-0.02	0.45	63.18	<b>II</b>
<b>5 % cca + 4 % prt</b>	0.00	0.00	-0.02	0.70	62.94	<b>II</b>
<b>5 % cca + 7 % prt</b>	0.00	0.00	-0.02	0.55	51.15	<b>II</b>
<b>5 % cca + 10 % prt</b>	0.00	0.00	-0.01	0.45	46.98	
<b>10 % cca + 0 % prt</b>	-0.01	-0.01	-0.02	0.55	86.31	<b>II</b>
<b>10 % cca + 4 % prt</b>	0.00	-0.01	-0.01	0.55	80.70	<b>II</b>
<b>10 % cca + 7 % prt</b>	-0.01	-0.01	-0.02	0.75	57.46	<b>II</b>
<b>10 % cca + 10 % prt</b>	0.00	0.00	-0.03	0.75	47.48	

## COMPARACIÓN ECONÓMICA

Para la evaluación económica se consideraron los insumos principales empleados en la elaboración de los ladrillos: cemento, arena, confitillo, ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y plástico reciclado triturado (PRT). Se calcularon las cantidades necesarias para producir un lote de 45 unidades con dimensiones de  $24 \times 12 \times 9$  cm, aplicando la dosificación establecida. Posteriormente, se valorizaron los materiales de acuerdo con precios de mercado locales y se comparó el costo unitario obtenido tanto para el ladrillo patrón como para la mezcla con reemplazo del 10% de cemento por CCA y el 10% de confitillo por PRT, frente al precio de venta comercial de un ladrillo comercial (con similares características).

*Tabla 33 Fuente: Elaboración propia.*

	Precio	Patrón	10% CCA + 10% PRT	
Cemento (42.5kg)	S/ 31.50	S/ 17.94	S/ 16.01	
Arena (40 Kg)	S/ 6.90	S/ 16.11	S/ 16.11	
Confitillo (40 Kg)	S/ 5.50	S/ 7.93	S/ 7.14	
CCA (50kg)	S/ 5.00	S/ 0.00	S/ 0.24	
PRT (50kg)	S/ 8.00	S/ 0.00	S/ 0.92	
	<b>PRECIO TOTAL</b>	S/ 41.98	S/ 40.42	
	45 ladrillos	<b>S/ 0.93</b>	<b>S/ 0.90</b>	<b>Precio unitario</b>

El uso de CCA y PRT como sustitutos parciales en la fabricación de ladrillos resulta viable para su aplicación en tabiques no portantes, al mantener un costo unitario competitivo frente al mercado y contribuir a la sostenibilidad mediante el aprovechamiento de residuos.

## MORTERO

## Fluidez del mortero

Según el ensayo de fluidez del mortero se obtuvieron los resultados:

*Tabla 34 % de fluidez, para mortero 0.80.*

<b>Prueba</b>	<b>% De Fluidez</b>
Mortero convencional R/C 0.80	132.22

*Tabla 35 % de fluidez, para mortero 0.85.*

<b>Prueba</b>	<b>% De Fluidez</b>
Mortero convencional R/C 0.85	131.94

Los resultados que se presentan están en el rango de 120 – 150 % de fluidez, lo que quiere decir que es de consistencia fluida (húmeda).

## Resistencia de compresión

Los resultados promedios para las dos relaciones de mortero de 0.80 y 0.85, de las cuales se va a escoger la óptima para la elaboración de primas de albañilería para según el ladrillo propuesto.

*Tabla 36 Resistencia de compresión para mortero.*

Mortero	Edad del Muestreo (Días de curado)	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
0.80	3 días	70.8
	7 días	104.93
	14 días	110.89
	28 días	144.18
0.85	3 días	90.53
	7 días	108.87
	14 días	121.20
	28 días	172.78

La relación a se escogió fue la 0.80 ya que es la que se acerca a la resistencia requerida del ladrillo patrón con un resultado de 144.18 kg/cm<sup>2</sup> en relación con la resistencia de la unidad de albañilería del patrón que fue de 95.16 kg/cm<sup>2</sup>.

#### PILAS

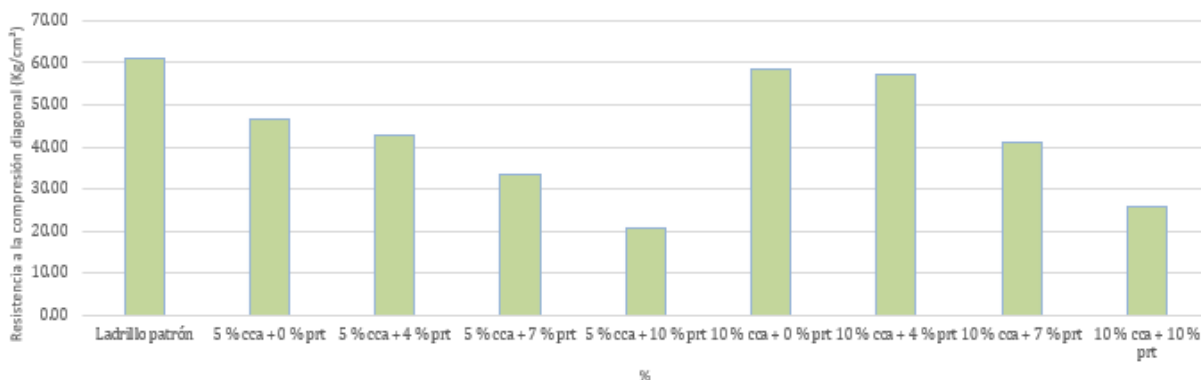
Se va a presentar 9 muestras de pilas, para cada muestra hay 3 pilas con un total de 27 pilas para ser ensayadas a la edad de 28 días. Cuyos promedios de resistencia de compresión axial de cada tipo de pila son los siguientes:

*Tabla 37 Compresión en pilas de albañilería.*

Identificación	Resistencia a la compresión diagonal	
Ladrillo patrón	60.88	Kg/cm <sup>2</sup>
5 % cca + 0 % prt	46.72	Kg/cm <sup>2</sup>
5 % cca + 4 % prt	42.89	Kg/cm <sup>2</sup>
5 % cca + 7 % prt	33.26	Kg/cm <sup>2</sup>
5 % cca + 10 % prt	20.81	Kg/cm <sup>2</sup>
10 % cca + 0 % prt	58.45	Kg/cm <sup>2</sup>
10 % cca + 4 % prt	57.22	Kg/cm <sup>2</sup>
10 % cca + 7 % prt	41.08	Kg/cm <sup>2</sup>
10 % cca + 10 % prt	25.63	Kg/cm <sup>2</sup>

El ladrillo patrón es el que obtuvo mayor resistencia con 60.88 kg/cm<sup>2</sup>, y el menor es el de 5% cca + 10% prt con 20.81 kg/cm<sup>2</sup>.

*Gráficas 2 Ensayo de compresión de primas de albañilería.*



Según esta gráfica se puede visualizar a simple vista que las muestras que presentan la ceniza de cascarilla de arroz en el porcentaje de 10 tienen mayor resistencia a comparación de las de 5%.

La falla idónea para las pilas de albañilería es grieta que debe atravesar tanto a los ladrillos como al mortero de manera vertical, lo cual en esta investigación se puede observar que se dio en la mayoría de las pilas.



*Ilustración 30 Grieta vertical en la muestra de 10% cca + 0% prt.*



*Ilustración 31 Grieta vertical en la muestra de 5% cca + 0% prt.*



*Ilustración 32 Grieta vertical en la muestra de 10% cca + 4% prt.*

## MURETES

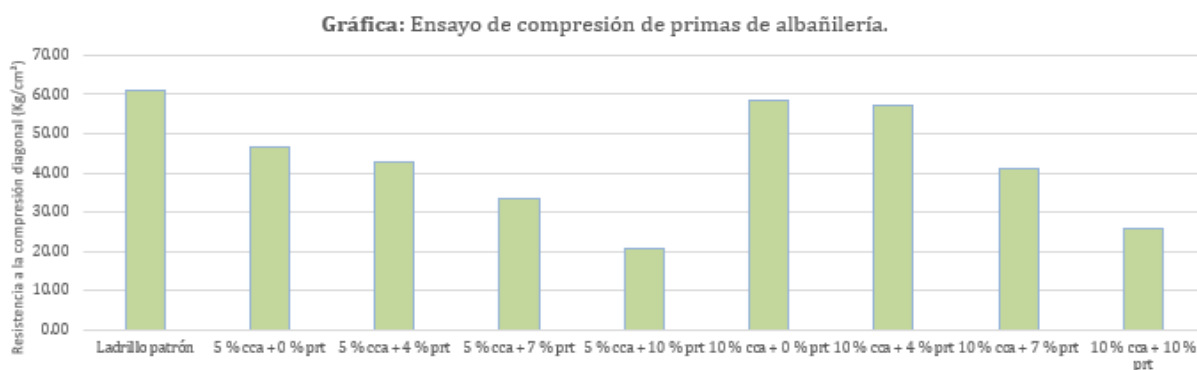
Se va a presentar 9 muestras de muretes, cuyos promedios de cada tipo de murete son los siguientes:

*Tabla 38 Compresión diagonal en muretes de albañilería.*

Identificación	Resistencia a la compresión diagonal	
Ladrillo patrón	6.68	Kg/cm <sup>2</sup>
5 % cca + 0 % prt	6.46	Kg/cm <sup>2</sup>
5 % cca + 4 % prt	6.02	Kg/cm <sup>2</sup>
5 % cca + 7 % prt	5.85	Kg/cm <sup>2</sup>
5 % cca + 10 % prt	4.62	Kg/cm <sup>2</sup>
10 % cca + 0 % prt	6.59	Kg/cm <sup>2</sup>
10 % cca + 4 % prt	6.56	Kg/cm <sup>2</sup>
10 % cca + 7 % prt	5.54	Kg/cm <sup>2</sup>
10 % cca + 10 % prt	4.46	Kg/cm <sup>2</sup>

El ladrillo patrón su  $v'm = 6.68 \text{ kg/cm}^2$  seguidamente de 10% cca + 0% prt con  $6.59 \text{ kg/cm}^2$  y de 10% cca + 4% prt con  $6.56 \text{ kg/cm}^2$ . El menor de los resultados es de 10% cca + 10% prt con  $4.46 \text{ kg/cm}^2$

*Gráficas 3 Ensayo de compresión diagonal.*



En la presente investigación en la fase de elaboración de la unidad de albañilería se propuso una gavera de madera con la ayuda de una mesa vibradora, al momento de realizarlo primeramente se cubrió de gasolina en cada espacio de ladrillo de la gavera después se procedió a llenar los diez espacios con la mezcla para así llevarlo a la mesa vibradora. Una vez la mezcla vibrada se procedió a ser retirada de la gavera, pero de los diez ladrillos que debería salir, a lo mucho 3 lograron salir sin ninguna dificultad o alteración a diferencia de los demás que se desprendía por partes o se quedaba en la gavera en su totalidad. Después se planteó usar un molde de metal con capacidad para tres ladrillos, ya que se contaba con la mesa vibradora o una máquina bloquera. Entre las dos opciones se optó por la máquina bloquera por lo que su capacidad iba hacer de 5 ladrillos, en menos tiempo y de fácil manejo a comparación del molde.

Según el objetivo general que es analizar las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo propuesto elaborado con plástico reciclado triturado en proporciones (0%, 4%, 7% y 10%) y de la ceniza de cascarilla de arroz (5% y 10%). Las cuales son 9 muestras en total para combinar los porcentajes propuestos, cuyos resultados en cuanto las propiedades físicas son favorables y cumplen con la norma establecida en cuanto a la variación dimensional el rango está en  $\pm 1$ , dentro de las cinco clases de unidad de albañilería que se presenta. En el ensayo de alabeo tiene un máximo de 0.75 mm también cumple con los requisitos establecidos. En succión está en el rango de 5.94 a 5.97 gr lo cual es favorable y en absorción va desde 6.15 hasta 7.80 %, entonces la unidad está acorde a lo estipulado por la normativa para este fin, pues la misma señala que debe ser una absorción que no pase del 12%. Por el contrario, en el ensayo de resistencia de compresión el ladrillo patrón obtuvo un resultado de 95.56 kg/cm<sup>2</sup> el resto fue debajo de este promedio, el máximo es de 86.31 kg/cm<sup>2</sup> de 10% cca + 0% prt y el mínimo fue de 46.98 kg/cm<sup>2</sup> del 5% cca + 10% prt, entonces ninguno de la propuesta alcanzó al ladrillo patrón. Estos resultados al ser comparados por Alva (2021) con su tesis titulada “Reutilización de bolsas plásticas para la elaboración de ladrillos de concreto, Chiclayo 2019” en cuanto a su variación dimensional, alabeo y absorción si cumple con la norma E. 070 – 2006. En cuanto a la resistencia de compresión el mayor resultado fue de 74.61 kg/cm<sup>2</sup> y el menor fue de 55.1 kg/cm<sup>2</sup> los cuales están situados entre el ladrillo tipo I y II. Con lo descrito anteriormente las propiedades físicas si cumplen con lo que la norma establece, en cambio la resistencia de cada ladrillo tiene un descenso cuando se aumenta el porcentaje para los ladrillos.

En el siguiente objetivo nos dice describir las características del plástico reciclado triturado y de la ceniza de cascarilla de arroz. La característica principal del plástico es su alto porcentaje dióxido de silicio (47.58%) actúa como puzolana y así da una mayor resistencia. En cuanto el plástico reciclado triturado tiene una buena resistencia química, buen aislamiento eléctrico, es uno de los materiales más ligeros y también la fabricación en cada año va aumentando y contaminando si no se le da un uso adecuado, es por ello por lo que en esta investigación se optó por su uso.

Según el objetivo de identificar las propiedades físicas de los agregados: granulometría, contenido de humedad, peso específico y absorción, se realizaron ensayos tanto para la arena gruesa y el confitillo. Dichos resultados son: para la arena gruesa en granulometría se obtuvo un módulo de fineza de 2.779, en contenido de humedad 1.28%, en peso unitario suelto 1527 kg/m<sup>3</sup> y compactado 1617 kg/m<sup>3</sup>, en peso específico de 2.612 gr/cm<sup>3</sup> y en absorción de 0.68%. Para el confitillo presentó los siguientes resultados: un tamaño máximo de ½”, 0.33%, 1346 kg/m<sup>3</sup> y 1410 kg/m<sup>3</sup>, 2.673 g/cm<sup>3</sup> y 0.47%, respectivamente. Alva (2021) en su investigación titulada “Reutilización de bolsas plásticas para la elaboración de ladrillos de concreto, Chiclayo 2019” con sus resultados para la arena gruesa en granulometría nos arroja un módulo de fineza de 2.94, en contenido de humedad 1.42%, en peso unitario suelto 1534.93 kg/m<sup>3</sup> y compactado 1775.87 kg/m<sup>3</sup>, en peso específico de 2.588 gr/cm<sup>3</sup>, en absorción de 0.10%; para el confitillo los resultados son: un tamaño máximo de 3/8”, 0.50%, 1397.73 kg/m<sup>3</sup> y 1619.31 kg/m<sup>3</sup>, 2.630 g/cm<sup>3</sup> y 1.21%, respectivamente. Los resultados de la presente investigación y la de Alva (2021) cumplen con los requisitos según la NTP 400.037 “AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.” Los cuales son necesarios para el uso en el método de selección de proporciones para mezclas de concreto.

Dado el objetivo determinar las propiedades físicas de la unidad de albañilería propuesta, para ello se procedió hacer variación dimensional lo cual dio como un resultado promedio la cual está entre  $\pm 1$ , alabeo nos arroja un resultado menor a 2 mm, en succión está en el rango de 5.94 a 5.97 gr lo cual es favorable y en absorción va desde 6.15 hasta 7.80 %, entonces la unidad está acorde a lo estipulado por la normativa para este fin, pues la misma señala que debe ser una absorción que no pase del 12%. En Alva (2021) con su tesis titulada “Reutilización de bolsas plásticas para la elaboración de ladrillos de concreto, Chiclayo 2019” en cuanto a su variación dimensional está entre  $\pm 2$ , alabeo va desde 4.4 mm a 5.6 mm lo cual se clasificó como

tipo III y absorción el mayor es de 9.5%. Los resultados si cumplen con la norma tanto como el de Alva (2021) y la presente investigación.

En el objetivo de determinar la resistencia de la compresión del ladrillo propuesto con sustitución del cemento por la ceniza de cascarilla de arroz en proporciones del 5% y 10% y la sustitución del confítillo por el plástico triturado en 4%, 7% y 10% cuyos resultados son los siguientes para el ladrillo patrón es 95.56 kg/cm<sup>2</sup>, el 5% cca + 0% prt es 63.18 kg/cm<sup>2</sup>, el 5% cca + 4% prt es 62.94 kg/cm<sup>2</sup>, el 5% cca + 7% prt es 51.15 kg/cm<sup>2</sup>, el 5% cca + 10% prt es 46.98 kg/cm<sup>2</sup>, el 10% cca + 0% prt es 86.31 kg/cm<sup>2</sup>, el 10% cca + 4% prt es 80.70 kg/cm<sup>2</sup>, el 10% cca + 7% prt es 57.46 kg/cm<sup>2</sup> y el 10% cca + 10% prt es 47.48 kg/cm<sup>2</sup>. Según Lopez y Salcedo (2021) con la tesis “Comportamiento mecánico de concreto con adición de ceniza de cascarilla de arroz” de sus ensayos concluyen que la adición del 10% de cca hay un incremento de la resistencia a la compresión y presenta una trabajabilidad óptima a comparación del 5% de cca que se obtiene una mayor en cuanto su resistencia a la flexión. En base a los resultados de la presente investigación en comparación con el antecedente de Lopez y Salcedo (2021) se puede inferir que hay una mayor resistencia de compresión de los ladrillos cuando se presenta el 10% de ceniza de cascarilla de arroz a comparación del 5%.

Respecto al objetivo de determinar la dosificación óptima del mortero para emplear en elaboración de pilas y muretes se realizaron a base de dos diseños de mezcla de mortero según relación agua/cemento de 0.80 y 0.85, los cuales arrojaron una resistencia de compresión, a la edad de 28 días, 144.18 kg/cm<sup>2</sup> y 172.78 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; el cual se escogió el primero ya que es la más cercana a la resistencia del ladrillo patrón. Según la tesis de Echeverría (2018) con el nombre de “Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado” el mortero realizado tiene una resistencia similar a la de los ladrillos elaborados en dicha tesis cuyo resultado es de 178.80 kg/cm<sup>2</sup> clasificado como tipo P2 y el rango de la resistencia de ladrillos va desde 110.46 kg/cm<sup>2</sup> a 161 kg/cm<sup>2</sup>. Según la norma E. 070, el mortero de la presente investigación es clasificado como P1 con una dosificación 1:3 (cemento: arena), ambos cumplen con los requisitos.

A base del objetivo de determinar la resistencia a compresión en pilas elaborados con los ladrillos propuestos. Para ello se elaboraron 27 pilas en total para las 9 muestras cuyos resultados son los siguientes para el ladrillo patrón es 60.88 kg/cm<sup>2</sup>, el 5% cca + 0% prt es 46.72 kg/cm<sup>2</sup>, el 5% cca + 4% prt es 42.89 kg/cm<sup>2</sup>, el 5% cca + 7% prt es 33.26 kg/cm<sup>2</sup>, el 5% cca + 10% prt es 20.81 kg/cm<sup>2</sup>, el 10% cca + 0% prt es 58.45 kg/cm<sup>2</sup>, el 10% cca + 4% prt es 57.22

kg/cm<sup>2</sup>, el 10% cca + 7% prt es 41.08 kg/cm<sup>2</sup> y el 10% cca + 10% prt es 25.63 kg/cm<sup>2</sup>. Según la tesis de Echeverría (2018) con el nombre de “Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado” su resistencia axial de la muestra patrón es de 128.55 kg/cm<sup>2</sup>, y para el 3%, 6% y 9% es de 100.83 kg/cm<sup>2</sup>, 79.79 kg/cm<sup>2</sup> y 76.75 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Donde se ve la diferencia máxima de 40.3% respecto al patrón, respecto a las fallas se presentó falla de grieta vertical para el 0% y 3% en cambio para el 6% y 9% se dio una falla frágil por aplastamiento. Realizando una comparación con respecto al ladrillo propuesto en la muestra patrón para las pilas la diferencia mínima es de 4% y la máxima de 65.8%, en cuanto a falla la mayoría de las muestras se dio la falla vertical y en algunos casos por aplastamiento.

Mediante el objetivo de determinar la resistencia a corte en muretes elaborados con dichos ladrillos. Para ello se elaboraron 27 muretes en total para las 9 muestras cuyos resultados son los siguientes para el ladrillo patrón es 6.68 kg/cm<sup>2</sup>, el 5% cca + 0% prt es 6.46 kg/cm<sup>2</sup>, el 5% cca + 4% prt es 6.02 kg/cm<sup>2</sup>, el 5% cca + 7% prt es 5.85 kg/cm<sup>2</sup>, el 5% cca + 10% prt es 4.62 kg/cm<sup>2</sup>, el 10% cca + 0% prt es 6.59 kg/cm<sup>2</sup>, el 10% cca + 4% prt es 6.56 kg/cm<sup>2</sup>, el 10% cca + 7% prt es 5.54 kg/cm<sup>2</sup> y el 10% cca + 10% prt es 4.46 kg/cm<sup>2</sup>. Según la tesis de Echeverría (2018) con el nombre de “Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado” cuya resistencia patrón es de 16.47 kg/cm<sup>2</sup> y para el 3%, 6% y 9% es de 12.83 kg/cm<sup>2</sup>, 13.17 kg/cm<sup>2</sup> y 9.96 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Presentando una disminución máxima de 39.5% y en todos los casos se presentó una falla diagonal la cual atraviesa a todas las unidades. A comparación en este caso se presentó una diferencia mínima de 1.3% y la máxima de 33.2%, en cuanto a falla la mayoría de las muestras se dio la falla por tensión, también combinada (cortante y tensión).

## Conclusiones

La característica principal del plástico es su alto porcentaje dióxido de silicio (47.58%) mismo componente del cemento, actúa como puzolana y así da una mayor resistencia al aplicar 10% en vez de 5%. En cuanto el plástico reciclado triturado tiene una buena resistencia química, buen aislamiento eléctrico, es uno de los materiales más ligeros y también la fabricación en cada año va aumentando y contaminando si no se le da un uso adecuado, es por ello que en esta investigación se optó por su uso.

En término de las propiedades físicas de los agregados se realizaron los ensayos respectivos, cuyos resultados son para la arena gruesa en granulometría nos arroja un módulo de fineza de 2.779, en contenido de humedad 1.28%, en peso unitario suelto 1527 kg/m<sup>3</sup> y compactado 1617 kg/m<sup>3</sup>, en peso específico de 2.612 gr/cm<sup>3</sup>, en absorción de 0.68%; para el confitillo los resultados son: un tamaño máximo de ½", 0.33%, 1346 kg/m<sup>3</sup> y 1410 kg/m<sup>3</sup>, 2.673 g/cm<sup>3</sup> y 0.47%, respectivamente. Se puede concluir que los resultados van conforme a lo que se precisa en la norma.

En cuanto a las propiedades físicas de la unidad de albañilería propuesta, para ello se procedió hacer variación dimensional lo cual dio como un resultado promedio la cual está entre ±1, alabeo nos arroja un resultado menor a 2 mm, en succión está en el rango de 5.94 a 5.97 gr lo cual es favorable y en absorción va desde 6.15 hasta 7.80 %, entonces la unidad está acorde a lo estipulado por la normativa para este fin, pues la misma señala que debe ser una absorción que no pase del 12%.

En conclusión, con respecto a la resistencia de la compresión a las 9 muestras de los ladrillos en cuanto el ladrillo patrón que obtuvo 95.56 kg/cm<sup>2</sup>, si cumple con la resistencia mínima según la norma E.070 para el ladrillo tipo III. En cambio, los demás no cumplen la resistencia para este tipo de ladrillo, pero se puede calificar como ladrillo tipo II ( $f'_b \text{ min} = 70 \text{ kg/cm}^2$ ) a las muestras de 10% cca + 0% prt con 86.31 kg/cm<sup>2</sup>, el 10% cca + 4% prt es 80.70 kg/cm<sup>2</sup> y ladrillo tipo I ( $f'_b \text{ min} = 50 \text{ kg/cm}^2$ ) al resto de muestras a excepción de 5% cca + 10% prt y 10% cca + 10% prt.

Respecto a la dosificación del mortero se empleó una relación agua/cemento de 0.80 cuya resistencia de compresión a los 28 días es de 144.18 kg/cm<sup>2</sup>, ya que es la más cercana a la

resistencia del ladrillo patrón y es clasificado como P1 con una dosificación 1:3 (cemento: arena).

En la resistencia a compresión en pilas cuyos resultados del ladrillo patrón es  $f'm = 60.88$  kg/cm<sup>2</sup>, los más cercanos son el 10% cca + 0% prt con 58.45 kg/cm<sup>2</sup> y el 10% cca + 4% prt es 57.22 kg/cm<sup>2</sup>; y el más lejano es de 5% cca + 10% prt es 20.81 kg/cm<sup>2</sup>. Se presentó en la mayoría de las muestras la falla vertical y en algunos casos por aplastamiento.

Para resistencia a corte en muretes dichos resultados para el ladrillo patrón es  $v'm = 6.68$  kg/cm<sup>2</sup>, los más cercanos son de 10% cca + 0% prt es 6.59 kg/cm<sup>2</sup> y el 10% cca + 4% prt es 6.56 kg/cm<sup>2</sup> y el más lejano es de 10% cca + 10% prt con 4.46 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a falla la mayoría de las muestras se dio la falla por tensión, también combinada (cortante y tensión).

Los ladrillos con adiciones de CCA y PRT alcanzan resistencia de Clase II, lo que los hace aptos para su uso en tabiques no portantes. Su aplicación en muros divisorios interiores garantiza estabilidad y desempeño similares o superiores a los ladrillos comerciales de tabiquería, con la ventaja de un menor costo de producción y un aporte a la sostenibilidad mediante el aprovechamiento de residuos.

## Recomendaciones

Se recomienda a los nuevos estudios experimentar otras dosificaciones en cuanto al diseño de mezcla y para el mortero.

Se recomienda a futuras investigaciones se experimente el efecto de la vibración en la resistencia del concreto, evaluando diferentes tiempos, frecuencias y amplitudes de movimiento.

Se sugiere que futuras investigaciones consideren la variabilidad en las propiedades físico y mecánicas de la ceniza de cáscara de arroz (CCA), ya que estas pueden verse influenciadas por diversos factores como el tipo de arroz, las condiciones agroclimáticas, los métodos de combustión o calcinación (temperatura, tiempo, presencia de oxígeno). Estas variaciones pueden influir en su comportamiento como material puzolánico, en su reactividad, y en su efecto sobre las propiedades mecánicas y durabilidad. Por ello es necesario realizar ensayos a la CCA.

Se sugiere que en futuras investigaciones se utilice una dosificación de mortero acorde al tipo de unidad de albañilería y a su uso para su fin estructural (muro portante o no portante), conforme a lo indicado en la norma E.070. Esto permitirá evaluar el comportamiento del sistema de manera más representativa y ajustada a su aplicación práctica, evitando sobrestimar o subestimar su desempeño estructural.

Se recomienda realizar una investigación con el tema de la presente tesis respecto al análisis de ciclo de vida (ACL) y huella de carbono.

Para la elaboración del ladrillo se recomienda realizar en un espacio amplio y en un piso liso de preferencia de cemento pulido.

Pasada las 24 horas de la elaboración, para cada serie de ladrillo se procede a designar a cada unidad una identificación según su mezcla, con un plumón de preferencia indeleble, así se puede reconocer el tipo del ladrillo y se evita borrar la identificación en el curado.

En el curado, se recomienda tener una amplia capacidad (volumen) de la piscina para así optimizar el tiempo, ya que son 7 días de curado el cual deben estar todos los ladrillos.

Para los ensayos de pilas y muretes, se recomienda elaborarlos en el mismo lugar donde se va a ensayar para así evitar alguna ruptura de alguna pila y/o murete ya que son muy pesadas, en el traslado hacia el laboratorio.

Las mezclas con PRT menores a 4% y CCA menores a 10% mantienen resistencias y modos de falla comparables al ladrillo patrón y son apropiadas para tabiques no portantes interiores. Las mezclas con PRT mayores a 7% presentan reducciones significativas de resistencia y predominio de fallas frágiles por tracción diagonal y cortante, por lo que no se recomiendan para muros expuestos a sollicitaciones laterales. Se recomienda clasificar las mezclas conforme a la NTP 399.601:2016 y realizar ensayos complementarios (corte en muretes, adherencia y durabilidad) antes de su implementación.

## Referencias

- [1] M. d. Ambiente, «Gobierno del Perú,» 2021. [En línea]. Available: <http://bit.ly/3tmhbjm>. [Último acceso: 2022].
- [2] I. N. d. E. e. Informática, «Gobierno del Perú,» 2021. [En línea]. Available: <http://bit.ly/3UwF6ZA>. [Último acceso: 2022].
- [3] Z. Roland Stulz y S. Kiran M ukeiji, APPROPRIATE BUILDING MATERIALS, Switzerland: SKAT Publications, 1988.
- [4] D. B. De la Pared Condo, «DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA EMPLEARLO EN PROYECTOS DE VIVIENDA DE BAJO COSTO,» Guayaquil, 2019.
- [5] M. E. Piñeros Moreno y R. D. d. J. Herrera Muriel, «PROYECTO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES CON AGREGADOS DE PLÁSTICO RECICLADO (PET), APLICADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA,» Bogotá D.C., 2019.
- [6] P. J. Angumba Aguilar, «LADRILLOS ELABORADOS CON PLÁSTICO RECICLADO (PET), PARA MAMPOSTERÍA NO PORTANTE,» Cuenca, 2020.
- [7] J. J. Hilas Chavez y J. R. Pérez Julon, «Diseño de ladrillo alveolar ecológico comprimido con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz para viviendas unifamiliares, en Carachupayacu - Moyobamba, 2020,» Diseño Sísmico y Estructural, Moyobamba, 2020.
- [8] K. L. Campos Barboza, F. F. Gomez Montalban, M. A. Montero Nuñez, F. E. Pantoja Guillen y J. A. Pasco Soto, «Diseño del Proceso de Producción de Ladrillos Basados en Plástico Reciclado,» Piura, 2019.
- [9] M. L. Lopez Chiroque y K. I. Salcedo Perez, «COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE CONCRETO CON ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ,» Lima, 2021.
- [10] E. R. Echeverría Garro, «LADRILLOS DE CONCRETO CON PLÁSTICO PET RECICLADO,» Cajamarca, 2019.
- [11] N. Alva Altamirano, «REUTILIZACIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO, CHICLAYO 2019,» Chiclayo, 2021.

- [12] C. y. S. Ministerio de Vivienda, «NORMA E.070 ALBAÑILERÍA,» Lima, 2019.
- [13] INDECOPI, «NTP 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global,» Lima, 2013.
- [14] INDECOPI, «NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso unitario) y los vacíos en los agregados,» Lima, 2011.
- [15] INDECOPI, «NTP 400.021 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso,» Lima, 2018.
- [16] INDECOPI, «NTP 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.,» Lima, 2013.
- [17] INDECOPI, «NTP 339.185 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado,» Lima, 2013.
- [18] INDECOPI, «NTP 334.009 CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos.,» Lima, 2013.
- [19] INDECOPI, «NTP 339.604 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo, unidades de albañilería de concreto.,» Lima, 2002.
- [20] INDECOPI, «NTP 339.035 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.,» Lima, 2009.
- [21] INDECOPI, «NTP 399.610 UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Especificación normalizada para morteros,» Lima, 2003.
- [22] INDECOPI, «NTP 399.607 UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Agregados para mortero de albañilería. Requisitos.,» Lima, 2018.
- [23] INDECOPI, «NTP 334.057 CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Portland,» Lima, 2016.
- [24] INDECOPI, «NTP 399.605 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de primas de albañilería.,» Lima, 2003.
- [25] INDECOPI, «NTP 399.621 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería,» Lima, 2004.
- [26] G. Héctor y C. Carlos, ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL, Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica, 2005.

- [27] A. Bilbao Villena, «Desengancharse del plástico Problemas de un material ubicuo,» Confederación de Ecologistas en Acción, Madrid, 2015.
- [28] A. H. C. S. M. A.-M. S. Rajendran, *Plastics, Rubber and Composites*, Londres: International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), 2012.
- [29] R. B. E. B. J. M. C. S. C. M. L. C. M. D. F. G. B. G. D. G. J. A. G. O. G. J. M. L.-M. V. L. J. Javier Arranz-Andrés, «DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA INDUSTRIA DEL POLIPROPILENO: PROPIEDADES CONTROLADAS A MEDIDA Y OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y DE LA DEGRADACIÓN,» CYTED, Madrid, 2006.
- [30] C. Emacin, «Emacin,» 2020. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3UYsf3v>.
- [31] J. Arrieta y E. Peñaherrera, «Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora. Proyecto de investigación.,» Universidad Nacional de Ingeniería en convenio CISMID, Lima, 2001.
- [32] J. A. P. V.-B. ,. J. P. M. Vargas, «Caracterización del subproducto cascarillas de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos,» Universidad Nacional de Costa Rica, San José, 2013.
- [33] R. A. R. J. E. D. S. D. J. M. Pedro E. Matthey, «Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales,» *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, Caracas, 2015.

## Anexos

### Anexo N° 01: Validación de ensayos de laboratorio



**UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS**

INFORME N° LEM USAT 058-2024-I

FECHA: 24 de Mayo 2024

## VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

**ESTUDIANTE:** Marcia Nicole Suarez Ramirez

**TITULO DE LA TESIS:** Propuesta de elaboración de ladrillo de cemento tipo III con plástico reciclado triturado y ceniza de cascarilla de arroz

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Peso unitario
- Peso específico y absorción
- Resistencia de compresión de unidad de albañilería
- Alabeo
- Variación dimensional
- Succión
- Absorción
- Resistencia de compresión de unidad de mortero
- Fluidez de mortero
- Resistencia de compresión de primas de albañilería

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto



Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental



## Anexo N° 02: Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

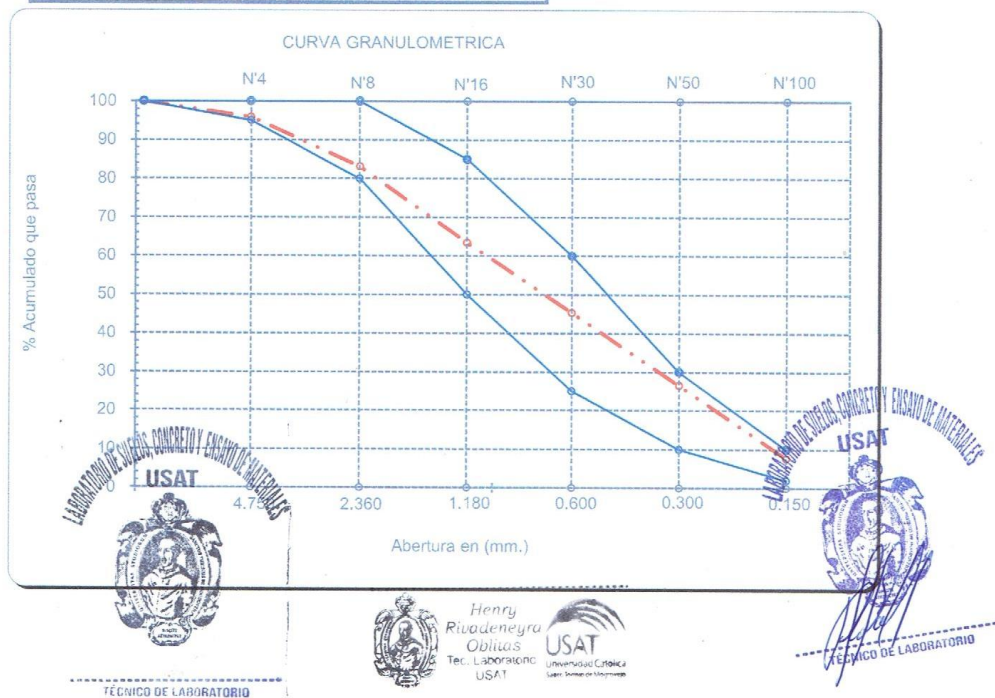


Tesista : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Propuesta de elaboración de ladrillo de cemento tipo III con plástico reciclado triturado y ceniza de cascarilla de arroz  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : 2023

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino  
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Arena gruesa P. Inicial H. 507.2 % de Humedad = 1.44  
P. Inicial S. 500.0

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	20.5	4.1	4.1	95.9	95	100
Nº 08	2.360	63.6	12.7	16.8	83.2	80	100
Nº 16	1.180	98.9	19.8	36.6	63.4	50	85
Nº 30	0.600	90.2	18.0	54.6	45.4	25	60
Nº 50	0.300	93.9	18.8	73.4	26.6	10	30
Nº 100	0.150	94.3	18.9	92.3	7.7	2	10
Fondo		38.6	7.7	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.779			
Abertura de malla de referencia				9.500			



Anexo N° 03: Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso



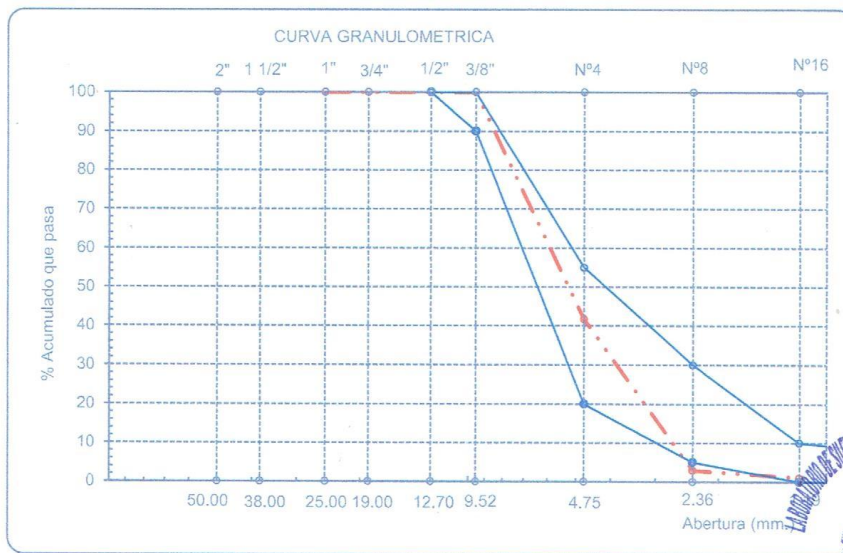
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Propuesta de elaboración de ladrillo de cemento tipo III con plástico reciclado triturado y ceniza de cascarilla de arroz  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : 2023  
 Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso  
 Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Confitillo P. Inicial H. 4999.4 % de 0.34  
 P. Inicial S. 4983 Humedad =

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	95.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	40.0	85.0
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	25.0	60.0
3/8"	9.52	2.0	0.0	0.0	100.0	0.0	15.0
N° 04	4.75	2900.0	58.2	58.2	41.8	0.0	10.0
N° 08	2.36	1936.8	38.9	97.1	2.9	0.0	0.0
N° 16	1.19	90.4	1.8	98.9	1.1	0.0	0.0
Fondo		53.5	1.1	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1/2"	12.70			
Tamaño Maximo Nominal			3/8"	9.52			



## Anexo N° 04: Peso unitario del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**Tesista** : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis**  
: Propuesta de elaboración de ladrillo de cemento tipo III con plástico reciclado triturado y ceniza de cascarilla de arroz  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : 2023

**Ensayo** : Peso unitario del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

**Canetra** : Arena gruesa

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>8480</b>	<b>8494</b>
2.- Peso del material		8480	8494
3.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00548	0.00548
4.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1547	1550
5.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1527</b>	

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>8984</b>	<b>8992</b>
2.- Peso del material		8984	8992
3.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00548	0.00548
4.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1639	1641
5.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1617</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

**C.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>507.2</b>	<b>507.2</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>500</b>	<b>500</b>
C.- Contenido de humedad	(%)	1.4	1.4
D.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.44</b>	



## Anexo N° 05: Peso unitario del agregado grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**Tesista** : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Propuesta de elaboración de ladrillo de cemento tipo III con plástico reciclado triturado y ceniza de cascarilla de arroz

**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : 2023

**Ensayo** : Peso unitario del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Confitillo

**A.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>7350</b>	<b>7358</b>
2.- Peso del material		7350	7358
3.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00544	0.00544
4.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1350	1352
5.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>1346</b>

**B.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>7704</b>	<b>7702</b>
2.- Peso del material		7704.0	7702.0
3.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00544	0.00544
4.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1415	1415
5.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>1410</b>

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

**C.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>4999.4</b>	<b>4999.4</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>4983</b>	<b>4982.7</b>
C.- Contenido de humedad	(%)	0.3	0.3
D.- Contenido de humedad (promedio)	(%)		<b>0.34</b>



TÉCNICO DE LABORATORIO

## Anexo N° 06: Peso específico y absorción del agregado fino y grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



**Tesista** : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Propuesta de elaboración de ladrillo de cemento tipo III con plástico reciclado triturado y ceniza de cascarilla de arroz

**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : 2023

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

**Cantera** : Arena gruesa

**I.- Datos.**

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + P.	(g)	<b>1021.9</b>	<b>1021.9</b>
2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	712	712
3.- Peso del Agua	(g)	309.9	309.9
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	708.6	708.6
5.- Peso del Frasco	(g)	<b>212</b>	<b>212</b>
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	<b>497</b>	<b>497</b>
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

**II.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.612</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.630
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.660
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.68</b>

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

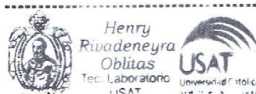
**Cantera** : Confitillo

**I.- Datos.**

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	<b>1489</b>	<b>1489</b>
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	<b>1496</b>	<b>1496</b>
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del car	(g)	<b>1669</b>	<b>1669</b>
4.- Peso de la canastilla	(g)	<b>730</b>	<b>730</b>
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	939	939

**II.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.673</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.686
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.707
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.47</b>



## Anexo N° 07: Contenido de humedad del agregado fino y grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



**Tesista** : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Propuesta de elaboración de ladrillo de cemento tipo III con plástico reciclado triturado y ceniza de cascarilla de arroz

**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : 2023

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Arena gruesa

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>411.3</b>	<b>411.3</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>406.1</b>	<b>406.1</b>
C.- Contenido de humedad	(%)	1.28	1.28
D.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.28</b>	

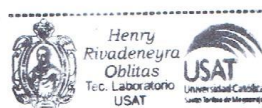
**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Confitillo

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>700</b>	<b>700</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>697.7</b>	<b>697.7</b>
C.- Contenido de humedad	(%)	0.3	0.3
D.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.33</b>	

Observaciones :



Anexo N° 08: Diseño de mezcla



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 1 de 2

Tesista : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
 Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Propuesta de elaboración de ladrillo de cemento tipo III con plástico reciclado triturado y ceniza de cascarilla de arroz

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : 2023

DISEÑO DE MEZCLA

$F'c = 120 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : Cemento tipo I
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m<sup>3</sup>

AGREGADOS :

Agregado fino :

- Cantera : Arena gruesa
- 1.- Peso específico de masa : 2.612 gr/cm<sup>3</sup>
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.6302 gr/cm<sup>3</sup>
- 3.- Peso unitario suelto : 1527 Kg/m<sup>3</sup>
- 4.- Peso unitario compactado : 1617 Kg/m<sup>3</sup>
- 5.- % de absorción : 0.7 %
- 6.- Contenido de humedad : 1.3 %
- 7.- Módulo de fineza : 2.779

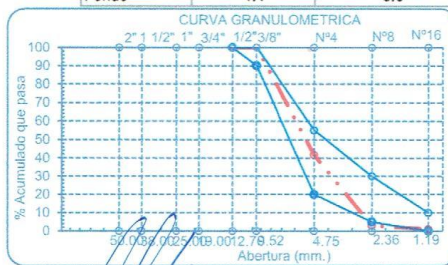
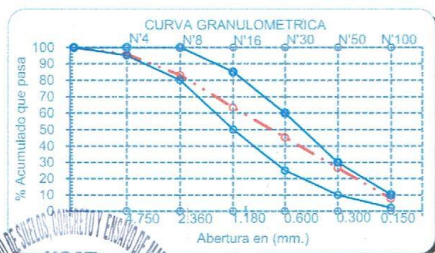
Agregado grueso :

- Cantera : Confitillo
- 1.- Peso específico de masa : 2.673 gr/cm<sup>3</sup>
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.686 gr/cm<sup>3</sup>
- 3.- Peso unitario suelto : 1346 Kg/m<sup>3</sup>
- 4.- Peso unitario compactado : 1410 Kg/m<sup>3</sup>
- 5.- % de absorción : 0.5 %
- 6.- Contenido de humedad : 0.3 %
- 7.- Tamaño máximo : 1/2" Pulg.
- 8.- Tamaño máximo nominal : 3/8" Pulg.

Granulometría :

Maila	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
N° 04	4.1	95.9
N° 08	12.7	83.2
N° 16	19.8	63.4
N° 30	18.0	45.4
N° 50	18.8	26.6
N° 100	18.9	7.7
Fondo	7.7	0.0

Maila	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
1/2"	0.0	100.0
3/8"	0.0	100.0
N° 04	58.2	41.8
N° 08	38.9	2.9
N°16	1.8	1.1
Fondo	1.1	0.0



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 2 de 2

Expediente N° : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
 Peticionario : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Obra : Propuesta de elaboración de ladrillo de cemento tipo III con plástico reciclado triturado y ceniza de cascarilla de arroz  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : 2023

**DISEÑO DE MEZCLA**

$f'c = 120 \text{ kg/cm}^2$

**Resultados del diseño de mezcla :**

Asentamiento obtenido : 8 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2362 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 3 días : 109 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 3 días : 91 %  
 Resistencia promedio a los 7 días : 162 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 135 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 8.5 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.728

**Cantidad de materiales por metro cúbico :**

Cemento 360 Kg/m<sup>3</sup> : Cemento tipo I  
 Agua 262 L  
 Agregado fino 956 Kg/m<sup>3</sup> : Arena gruesa  
 Agregado grueso 784 Kg/m<sup>3</sup> : Confitillo

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	2.65	2.18	30.9	Lts/pie <sup>3</sup>
Proporción en volumen :	1.00	2.61	2.43	30.9	Lts/pie <sup>3</sup>



## Anexo N° 09: Ficha técnica del cemento Portland Tipo I



USO  
**ESTRUCTURAL**  
Tipo I

**Cemento Portland de altas resistencias, permite construir estructuras de gran calidad y fortaleza.**

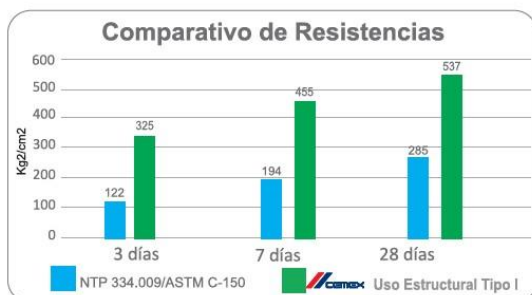
#### Características Técnicas

Cemento Portland CEM I 52.5 N, cumple con:

Normativa Técnica: EN 197-1:2011

Norma Técnica Peruana: NTP 334.009

Norma Técnica Americana: ASTM C-150



Propiedades Físicas	Unidad	Uso Estructural Tipo I	Requisitos: NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de aire	%	6.0	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.05	Máximo 0.80
Densidad	g/ml	3.13	No especifica

Tiempo de fraguado Vicat	Unidad	Uso Estructural Tipo I	Requisitos: NTP 334.009 / ASTM C150
Fraguado inicial	min	140	Mínimo 45
Fraguado final	min	190	Máximo 375

#### PROPIEDADES

- Cemento de altas resistencias iniciales y finales
- Rápido desencofrado
- Tiempo de fraguado óptimo
- Excelente manejabilidad y estabilidad
- Reduce el calor de hidratación y a tendencia a la fisuración en grandes estructuras
- Concreto óptimo y rentable por su mayor rendimiento
- Evita la segregación de la mezcla y ayuda a minimizar la exudación, por lo que el concreto pueden ser manejado y colocado con mayor facilidad.

#### USOS Y APLICACIONES

- Ideal para edificaciones y sistemas industrializados
- Para un rápido desencofrado
- Ideal para la producción de prefabricados de concreto
- Ahorros significativos en el consumo de cemento por metro cúbico de concreto
- Para una rápida puesta en uso de estructuras y vías de concreto
- Para obras de infraestructura como vigas, losas, muros y cimentaciones en diversos tipos de edificaciones



Anexo N° 10: Reporte de medición y análisis de muestra por el análisis térmico diferencial de la ceniza de cascarilla de arroz

**LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.**

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC: 20605355189

**REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE  
MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X**

SOLICITANTE	: MARCIA NICOLE SUAREZ RAMIREZ
TESIS	: PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE LADRILLO DE CEMENTO TIPO III CON PLÁSTICO RECICLADO TRITURADO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ
MUESTRA	: CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ
PROCEDENCIA	: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FECHA DE INGRESO	: 21 DE SETIEMBRE DEL 2023
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

**1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES**

**CONDICIONES DE LA MEDICION:**

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca

**BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.**

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

**ESTANDAR INTERNACIONAL PARA**

**CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)**

Concentración: g/l.

**2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA**

Se analizó 0.5076 g de la muestra de CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

**3. METODO**

- **BASADO EN LA NORMA** : ASTM C25
- **VOLUMETRIA** : USAQ-ME06

Henry  
Rivdénegra  
Obitius  
Tec. Laboratorio  
USAT  
USAT  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

JEFE DE LABORATORIO : ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

ANALISTA RESPONSABLE : ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

**AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL**

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

# LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

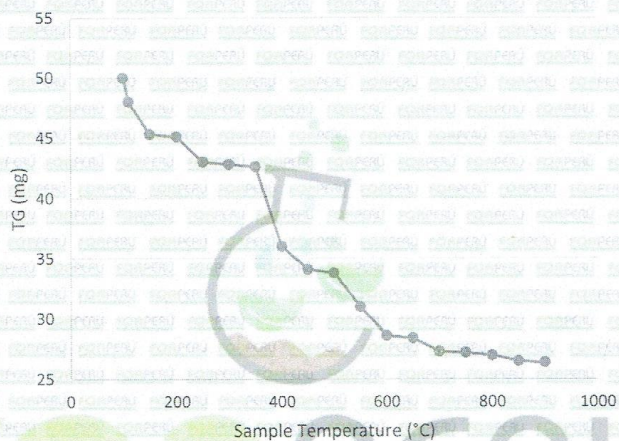
RUC: 20605355189



## 4. RESULTADOS

### c. CURVA TGA Y ATD

CURVA DE PÉRDIDA DE MASA - ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO



## 4. CONCLUSIONES

- Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la descomposición térmica a través de la pérdida de masa en función a la temperatura indicando dos regiones donde se hace más intensa la pérdida, la primera en un rango entre 240 y 400°C y la segunda menos intensa entre 480 y 600°C, posteriormente la pérdida es gradual. El material llega a perder un aproximado de 18% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.



TÉCNICO DE LABORATORIO



TRUJILLO, 03 DE OCTUBRE DEL 2023



Henry  
Rivadeneira  
Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

# LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189



## REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

SOLICITANTE	: MARCIA NICOLE SUAREZ RAMIREZ
TESIS	: PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE LADRILLO DE CEMENTO TIPO III CON PLÁSTICO RECICLADO TRITURADO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ
MUESTRA	: CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ
PROCEDENCIA	: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FECHA DE INGRESO	: 21 DE SETIEMBRE DEL 2023
MUESTRA RECIBIDA	

### 1. MUESTRA: Ceniza de cáscara de arroz (10.1322 g)

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
001	0.5104 g	-

### 2. ENSAYOS A APLICAR

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL ATD
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO TGA

### 3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG\_DTA\_DSC CAP. MAX 1600°C SETSYS\_EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO – FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25 – 920°C
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG



Henry Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT



JEFE DE LABORATORIO : ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
ANALISTA RESPONSABLE : ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

# LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189



## 4. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O <sub>2</sub> )	47.58	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	9.06	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	16.48	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3.84	
OXIDO DE POTASIO (K <sub>2</sub> O)	2.16	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.08	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.77	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.36	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>3</sub> )	0.05	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.148	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.042	
PÉRDIDA POR QUEMADO	18.43	

## 5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente Calcio (Ca), sílice (Si) y Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; Potasio (K), hierro (Fe), fósforo (P), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn).y azufre (S).

  
 CARLOS  
 INGENIERO QUÍMICO  
 CIP 122566

TRUJILLO, 03 DE OCTUBRE DEL 2023



  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

## Anexo N° 11: Variación dimensional de las unidades de albañilería.

Tesisista : Marcia Nicole Suarez Ramirez

Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

Tesis : PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE LADRILLO DE CEMENTO TIPO III CON PLÁSTICO RECICLADO TRITURADO Y CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ

Ubicación : Chiclayo, Lambayeque

Fecha : Chiclayo, noviembre 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Variación dimensional

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
240	140	90

Muestra	Descripción de la unidad	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
P1	Ladrillo patrón	240	140	93	239.5	140	92.5
		239	140	92			
P2	Ladrillo patrón	240	140	94	239	140	93
		238	140	92			
P3	Ladrillo patrón	240	139	93	239.5	139	93.5
		239	139	94			
P4	Ladrillo patrón	240	141	93	240	141.5	92.5
		240	142	92			
P5	Ladrillo patrón	240	141	92	241	141.5	91
		242	142	90			
PROMEDIO					239.80	140.40	92.50
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)					0.00	0.00	-0.03
Desviación estándar					0.76	1.08	0.94
C.V.					0.00	0.01	0.01

Muestra	Descripción de la unidad	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
5-0 (1)	5 % cca + 0 % prt	237	141	90	237.5	141	90.5
		238	141	91			
5-0 (2)	5 % cca + 0 % prt	238	140	91	238.5	140	91
		239	140	91			
5-0 (3)	5 % cca + 0 % prt	240	141	94	239.5	141.5	94.5
		239	142	95			
5-0 (4)	5 % cca + 0 % prt	240	140	91	240	140.5	90.5
		240	141	90			
5-0 (5)	5 % cca + 0 % prt	241	141	93	240.5	141	93.5
		240	141	94			
PROMEDIO					239.20	140.80	92.00
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)					0.00	-0.01	-0.02
Desviación estándar					1.20	0.57	1.87
C.V.					0.01	0.00	0.02

Muestra	Descripción de la unidad	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
54 (1)	5 % cca + 4 % prt	240	141	92	240	140.5	91.5
		240	140	91			
54 (2)	5 % cca + 4 % prt	242	143	89	241	142	89.5
		240	141	90			
54 (3)	5 % cca + 4 % prt	239	140	94	239.5	140.5	93.5
		240	141	93			
54 (4)	5 % cca + 4 % prt	240	141	91	240	140.5	90.5
		240	140	90			
54 (5)	5 % cca + 4 % prt	239	140	91	238.5	140	93
		239	140	92			
PROMEDIO					239.80	140.70	91.60
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)					0.00	0.00	-0.02
Desviación estándar					0.91	0.76	1.87
C.V.					0.00	0.01	0.02



TÉCNICO DE LABORATORIO

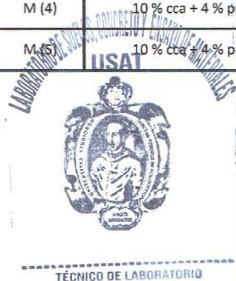


Muestra	Descripción de la unidad	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
57 (1)	5 % cca + 7 % prt	239	140	93	238.5	140	92.5
		238	140	94			
57 (2)	5 % cca + 7 % prt	238	139	89	238.5	139.5	89.5
		239	140	90			
57 (3)	5 % cca + 7 % prt	240	141	90	239.5	140.5	90.5
		239	140	91			
57 (4)	5 % cca + 7 % prt	238	140	94	238.5	140.5	93.5
		239	141	93			
57 (5)	5 % cca + 7 % prt	239	140	93	239.5	140	93.5
		240	140	94			
PROMEDIO					238.90	140.10	92.10
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)					0.00	0.00	-0.02
Desviación estándar					0.55	0.42	1.95
C.V.					0.00	0.00	0.02

Muestra	Descripción de la unidad	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
A (1)	5 % cca + 10 % prt	239	140	90	239.5	140	90
		240	140	90			
A (2)	5 % cca + 10 % prt	239	141	92	239.5	141.5	92
		240	142	92			
A (3)	5 % cca + 10 % prt	240	140	91	240.5	140	92
		241	140	93			
A (4)	5 % cca + 10 % prt	241	141	91	240.5	140.5	91
		240	140	91			
A (5)	5 % cca + 10 % prt	239	141	91	239.5	141.5	90.5
		240	142	90			
PROMEDIO					239.90	140.70	91.10
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)					0.00	0.00	-0.01
Desviación estándar					0.55	0.76	0.89
C.V.					0.00	0.01	0.01

Muestra	Descripción de la unidad	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
ooo (1)	10 % cca + 0 % prt	240	141	94	239.5	141	93.5
		239	141	92			
ooo (2)	10 % cca + 0 % prt	242	140	93	242.5	140	92.5
		243	140	92			
ooo (3)	10 % cca + 0 % prt	242	141	91	242.5	142	90.5
		243	143	90			
ooo (4)	10 % cca + 0 % prt	243	141	92	243	141	92
		243	141	92			
ooo (5)	10 % cca + 0 % prt	244	142	91	243.5	141.5	90.5
		243	141	90			
PROMEDIO					242.20	141.10	91.80
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)					-0.01	-0.01	-0.02
Desviación estándar					1.57	0.74	1.30
C.V.					0.01	0.01	0.01

Muestra	Descripción de la unidad	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
M (1)	10 % cca + 4 % prt	242	141	91	241.5	141	90.5
		241	141	90			
M (2)	10 % cca + 4 % prt	242	141	91	241.5	141	91.5
		241	141	92			
M (3)	10 % cca + 4 % prt	240	142	91	240	141.5	91.5
		240	141	92			
M (4)	10 % cca + 4 % prt	240	142	92	240.5	141.5	92
		241	141	92			
M (5)	10 % cca + 4 % prt	240	141	91	240.5	141	90.5
		241	141	90			
PROMEDIO					240.80	141.20	91.20
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)					0.00	-0.01	-0.01
Desviación estándar					0.67	0.27	0.67
C.V.					0.00	0.00	0.01



Muestra	Descripción de la unidad	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
C (1)	10 % cca + 7 % prt	244	142	91	243.5	141.5	91
		243	141	93			
C (2)	10 % cca + 7 % prt	245	143	92	244	143	92
		243	143	92			
C (3)	10 % cca + 7 % prt	244	141	92	243	140.5	91
		242	140	90			
C (4)	10 % cca + 7 % prt	242	143	92	242.5	142	92
		243	141	92			
C (5)	10 % cca + 7 % prt	243	142	91	243	142.5	91.5
		243	143	92			
PROMEDIO					243.20	141.90	91.70
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)					-0.01	-0.01	-0.02
Desviación estándar					0.57	0.96	0.45
C.V.					0.00	0.01	0.00

Muestra	Descripción de la unidad	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
B (1)	10 % cca + 10 % prt	238	140	94	239	140.5	94
		240	141	94			
B (2)	10 % cca + 10 % prt	241	141	93	240.5	140.5	92.5
		240	140	92			
B (3)	10 % cca + 10 % prt	240	141	95	239.5	141	94
		239	141	93			
B (4)	10 % cca + 10 % prt	241	140	93	242	140	92
		243	140	91			
B (5)	10 % cca + 10 % prt	241	141	91	240.5	141.5	91
		240	142	91			
PROMEDIO					240.30	140.70	92.70
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)					0.00	0.00	-0.03
Desviación estándar					1.15	0.57	1.30
C.V.					0.00	0.00	0.01



## Anexo N° 12: Ensayo de alabeo.

Tesista : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE LADRILLO DE CEMENTO TIPO III CON PLÁSTICO RECICLADO TRITURADO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, noviembre 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Alabeo  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 389.613 : 2005

Muestra	Descripción de la unidad	Cara arriba		Cara abajo	
		Concavo	Convexo	Concavo	Convexo
P1	Ladrillo patrón	1	0	0	0
P2	Ladrillo patrón	1	0	0	1
P3	Ladrillo patrón	0	0	2	0
P4	Ladrillo patrón	1	0	0	2
P5	Ladrillo patrón	2	0	0	1
PROMEDIO		1	0	0.4	0.8
RESULTADO FINAL ALABEO DE LADRILLO		0.55			

Muestra	Descripción de la unidad	Cara arriba		Cara abajo	
		Concavo	Convexo	Concavo	Convexo
5-0 (1)	5 % cca + 0 % prt	1	0	0	1
5-0 (2)	5 % cca + 0 % prt	1	0	0	0
5-0 (3)	5 % cca + 0 % prt	1	0	0	0
5-0 (4)	5 % cca + 0 % prt	2	0	0	2
5-0 (5)	5 % cca + 0 % prt	1	0	0	0
PROMEDIO		1.2	0	0	0.6
RESULTADO FINAL ALABEO DE LADRILLO		0.45			

Muestra	Descripción de la unidad	Cara arriba		Cara abajo	
		Concavo	Convexo	Concavo	Convexo
54 (1)	5 % cca + 4 % prt	2	0	0	1
54 (2)	5 % cca + 4 % prt	0	0	1	0
54 (3)	5 % cca + 4 % prt	1	0	0	2
54 (4)	5 % cca + 4 % prt	2	0	0	2
54 (5)	5 % cca + 4 % prt	2	0	0	1
PROMEDIO		1.4	0	0.2	1.2
RESULTADO FINAL ALABEO DE LADRILLO		0.7			

Muestra	Descripción de la unidad	Cara arriba		Cara abajo	
		Concavo	Convexo	Concavo	Convexo
57 (1)	5 % cca + 7 % prt	0	0	0	1
57 (2)	5 % cca + 7 % prt	1	0	0	0
57 (3)	5 % cca + 7 % prt	2	0	0	2
57 (4)	5 % cca + 7 % prt	1	0	0	1
57 (5)	5 % cca + 7 % prt	2	0	0	1
PROMEDIO		1.2	0	0	1
RESULTADO FINAL ALABEO DE LADRILLO		0.55			



Muestra	Descripción de la unidad	Cara arriba		Cara abajo	
		Concavo	Convexo	Concavo	Convexo
A (1)	5 % cca + 10 % prt	1	0	0	1
A (2)	5 % cca + 10 % prt	1	0	0	0
A (3)	5 % cca + 10 % prt	2	0	0	1
A (4)	5 % cca + 10 % prt	0	0	0	1
A (5)	5 % cca + 10 % prt	1	0	0	1
PROMEDIO		1	0	0	0.8
RESULTADO FINAL ALABEO DE LADRILLO		0.45			

Muestra	Descripción de la unidad	Cara arriba		Cara abajo	
		Concavo	Convexo	Concavo	Convexo
ooo (1)	10 % cca + 0 % prt	1	0	0	1
ooo (2)	10 % cca + 0 % prt	0	0	1	0
ooo (3)	10 % cca + 0 % prt	1	0	0	2
ooo (4)	10 % cca + 0 % prt	2	0	0	1
ooo (5)	10 % cca + 0 % prt	1	0	0	1
PROMEDIO		1	0	0.2	1
RESULTADO FINAL ALABEO DE LADRILLO		0.55			

Muestra	Descripción de la unidad	Cara arriba		Cara abajo	
		Concavo	Convexo	Concavo	Convexo
M (1)	10 % cca + 4 % prt	1	0	0	2
M (2)	10 % cca + 4 % prt	0	1	1	0
M (3)	10 % cca + 4 % prt	1	0	0	1
M (4)	10 % cca + 4 % prt	0	0	0	1
M (5)	10 % cca + 4 % prt	2	0	0	1
PROMEDIO		0.8	0.2	0.2	1
RESULTADO FINAL ALABEO DE LADRILLO		0.55			

Muestra	Descripción de la unidad	Cara arriba		Cara abajo	
		Concavo	Convexo	Concavo	Convexo
C (1)	10 % cca + 7 % prt	3	0	0	2
C (2)	10 % cca + 7 % prt	2	0	0	2
C (3)	10 % cca + 7 % prt	2	0	0	1
C (4)	10 % cca + 7 % prt	1	0	0	0
C (5)	10 % cca + 7 % prt	1	0	0	1
PROMEDIO		1.8	0	0	1.2
RESULTADO FINAL ALABEO DE LADRILLO		0.75			

Muestra	Descripción de la unidad	Cara arriba		Cara abajo	
		Concavo	Convexo	Concavo	Convexo
B (1)	10 % cca + 10 % prt	2	0	0	2
B (2)	10 % cca + 10 % prt	2	0	0	1
B (3)	10 % cca + 10 % prt	3	0	0	2
B (4)	10 % cca + 10 % prt	1	0	0	1
B (5)	10 % cca + 10 % prt	1	0	0	0
PROMEDIO		1.8	0	0	1.2
RESULTADO FINAL ALABEO DE LADRILLO		0.75			



Henry  
Rivadeneira  
Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT  
USAT  
Universidad Católica  
Laboratorio de Materiales

Anexo N° 13: Ensayo de succión.

Tesista : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE LADRILLO DE CEMENTO TIPO III CON PLÁSTICO RECICLADO TRITURADO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, noviembre 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de succión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2015

Muestra	Descripción de la unidad	Peso		Dimensiones		Área (cm²)	Succión (gr)
		Húmedo (g)	Seco (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)		
P1	Ladrillo patrón	6210	6200	24.1	14.0	337.4	5.93
P2	Ladrillo patrón	5990	5980	24.1	13.9	335.0	5.97
P3	Ladrillo patrón	6140	6130	24.1	14.1	339.8	5.89
P4	Ladrillo patrón	6080	6070	24.0	14.0	336.0	5.95
P5	Ladrillo patrón	5750	5740	24.0	14.1	338.4	5.91
Desviación estándar (σ)							0.03
Coeficiente de variación (V%)							0.01
Succión promedio (gr)							5.93

Muestra	Descripción de la unidad	Peso		Dimensiones		Área (cm²)	Succión (gr)
		Húmedo (g)	Seco (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)		
5-0 (1)	5 % cca + 0 % prt	5990	5980	24.0	13.8	331.2	6.04
5-0 (2)	5 % cca + 0 % prt	6020	6010	23.9	14.0	334.6	5.98
5-0 (3)	5 % cca + 0 % prt	5780	5770	24.0	14.0	336	5.95
5-0 (4)	5 % cca + 0 % prt	6140	6130	24.0	14.1	338.4	5.91
5-0 (5)	5 % cca + 0 % prt	5990	5980	24.0	13.9	335.0	5.97
Desviación estándar (σ)							0.05
Coeficiente de variación (V%)							0.01
Succión promedio (gr)							5.96

Muestra	Descripción de la unidad	Peso		Dimensiones		Área (cm²)	Succión (gr)
		Húmedo (g)	Seco (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)		
54 (1)	5 % cca + 4 % prt	5120	5110	24.0	13.9	333.6	6.00
54 (2)	5 % cca + 4 % prt	4980	4970	24.0	14.1	338.4	5.91
54 (3)	5 % cca + 4 % prt	5270	5260	23.9	14.0	334.6	5.98
54 (4)	5 % cca + 4 % prt	5390	5380	24.0	14.1	338.4	5.91
54 (5)	5 % cca + 4 % prt	4910	4900	24.0	14.1	338.4	5.91
Desviación estándar (σ)							0.04
Coeficiente de variación (V%)							0.01
Succión promedio (gr)							5.94

Muestra	Descripción de la unidad	Peso		Dimensiones		Área (cm²)	Succión (gr)
		Húmedo (g)	Seco (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)		
57 (1)	5 % cca + 7 % prt	4330	4320	24.0	14.0	336.0	5.95
57 (2)	5 % cca + 7 % prt	4120	4110	23.8	14.0	333.2	6.00
57 (3)	5 % cca + 7 % prt	4480	4470	24.0	13.9	333.6	6.00
57 (4)	5 % cca + 7 % prt	4560	4550	23.9	14.0	334.6	5.98
57 (5)	5 % cca + 7 % prt	5070	5060	24.0	14.1	338.4	5.91
Desviación estándar (σ)							0.04
Coeficiente de variación (V%)							0.01
Succión promedio (gr)							5.97

Muestra	Descripción de la unidad	Peso		Dimensiones		Área (cm²)	Succión (gr)
		Húmedo (g)	Seco (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)		
A (1)	5 % cca + 10 % prt	4200	4190	24.0	13.9	333.6	6.00
A (2)	5 % cca + 10 % prt	4180	4170	24.1	14.0	337.4	5.93
A (3)	5 % cca + 10 % prt	5010	5000	24.0	14.0	336	5.95
A (4)	5 % cca + 10 % prt	4560	4550	23.9	14.0	334.6	5.98
A (5)	5 % cca + 10 % prt	4330	4320	23.9	14.1	336.99	5.93
Desviación estándar (σ)							0.03
Coeficiente de variación (V%)							0.00
Succión promedio (gr)							5.96

Muestra	Descripción de la unidad	Peso		Dimensiones		Área (cm²)	Succión (gr)
		Húmedo (g)	Seco (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)		
ooo (1)	10 % cca + 0 % prt	6120	6110	24.0	14.0	336.0	5.95
ooo (2)	10 % cca + 0 % prt	5940	5930	24.1	14.0	337.4	5.93
ooo (3)	10 % cca + 0 % prt	5680	5670	24.0	14.1	338.4	5.91
ooo (4)	10 % cca + 0 % prt	6080	6070	24.0	14.0	336.0	5.95
ooo (5)	10 % cca + 0 % prt	5740	5730	23.9	13.9	332.2	6.02
Desviación estándar (σ)							0.06
Coeficiente de variación (V%)							0.01
Succión promedio (gr)							5.97



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica del Perú

Muestra	Descripción de la unidad	Peso		Dimensiones		Área (cm <sup>2</sup> )	Succión (gr)
		Húmedo (g)	Seco (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)		
M (1)	10 % cca + 4 % prt	4780	4770	24.0	14.0	336	5.88
M (2)	10 % cca + 4 % prt	5110	5100	24.1	14.1	339.81	5.89
M (3)	10 % cca + 4 % prt	4960	4950	24.0	14.0	336	5.95
M (4)	10 % cca + 4 % prt	5080	5070	23.8	14.0	333.2	6.00
M (5)	10 % cca + 4 % prt	4960	4950	24.0	14.1	338.4	5.91
Desviación estándar (σ)							0.04
Coeficiente de variación (V%)							0.01
Succión promedio (gr)							5.94

Muestra	Descripción de la unidad	Peso		Dimensiones		Área (cm <sup>2</sup> )	Succión (gr)
		Húmedo (g)	Seco (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)		
C (1)	10 % cca + 7 % prt	5030	5020	23.9	14.0	334.6	5.98
C (2)	10 % cca + 7 % prt	5110	5100	23.9	14.0	334.6	5.98
C (3)	10 % cca + 7 % prt	4960	4950	24.0	14.0	336.0	5.95
C (4)	10 % cca + 7 % prt	4720	4710	24.1	14.1	339.8	5.89
C (5)	10 % cca + 7 % prt	5050	5040	24.0	14.0	336.0	5.95
Desviación estándar (σ)							0.04
Coeficiente de variación (V%)							0.01
Succión promedio (gr)							5.95

Muestra	Descripción de la unidad	Peso		Dimensiones		Área (cm <sup>2</sup> )	Succión (gr)
		Húmedo (g)	Seco (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)		
B (1)	10 % cca + 10 % prt	4580	4570	24.1	14.0	337.4	5.93
B (2)	10 % cca + 10 % prt	4920	4910	24.0	14.0	336.0	5.95
B (3)	10 % cca + 10 % prt	5010	5000	23.9	14.0	334.6	5.98
B (4)	10 % cca + 10 % prt	4860	4850	24.0	14.0	336.0	5.95
B (5)	10 % cca + 10 % prt	4750	4740	24.0	14.0	336.0	5.95
Desviación estándar (σ)							0.03
Coeficiente de variación (V%)							0.00
Succión promedio (gr)							5.94



  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


## Anexo N° 14: Ensayo de absorción.

Tesisista : Marcia Nicole Suarez Ramirez

Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

Tesis : PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE LADRILLO DE CEMENTO TIPO III CON PLÁSTICO  
RECICLADO TRITURADO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ

Ubicación : Chiclayo, Lambayeque

Fecha : Chiclayo, noviembre 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de absorción

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra	Descripción de la unidad	Peso saturado (g)	Peso seco (g)	Absorción (%)
P1	Ladrillo patrón	5750	5320	8.08
P2	Ladrillo patrón	5980	5590	6.98
P3	Ladrillo patrón	6140	5720	7.34
P4	Ladrillo patrón	6080	5670	7.23
P5	Ladrillo patrón	5750	5290	8.70
PROMEDIO				7.67

Muestra	Descripción de la unidad	Peso saturado (g)	Peso seco (g)	Absorción (%)
5-0 (1)	5 % cca + 0 % prt	5270	4870	8.21
5-0 (2)	5 % cca + 0 % prt	4960	4510	9.98
5-0 (3)	5 % cca + 0 % prt	5020	4700	6.81
5-0 (4)	5 % cca + 0 % prt	4890	4570	7.00
5-0 (5)	5 % cca + 0 % prt	5010	4750	5.47
PROMEDIO				7.50

Muestra	Descripción de la unidad	Peso saturado (g)	Peso seco (g)	Absorción (%)
54 (1)	5 % cca + 4 % prt	4910	4520	8.63
54 (2)	5 % cca + 4 % prt	4850	4550	6.59
54 (3)	5 % cca + 4 % prt	5220	4930	5.88
54 (4)	5 % cca + 4 % prt	5390	5060	6.52
54 (5)	5 % cca + 4 % prt	5170	4740	9.07
PROMEDIO				7.34

Muestra	Descripción de la unidad	Peso saturado (g)	Peso seco (g)	Absorción (%)
57 (1)	5 % cca + 7 % prt	4550	4230	7.57
57 (2)	5 % cca + 7 % prt	5080	4810	5.61
57 (3)	5 % cca + 7 % prt	5120	4750	7.79
57 (4)	5 % cca + 7 % prt	4510	4220	6.87
57 (5)	5 % cca + 7 % prt	5050	4740	6.54
PROMEDIO				6.88

Muestra	Descripción de la unidad	Peso saturado (g)	Peso seco (g)	Absorción (%)
A (1)	5 % cca + 10 % prt	5240	5020	4.38
A (2)	5 % cca + 10 % prt	4780	4620	3.46
A (3)	5 % cca + 10 % prt	5160	4830	6.83
A (4)	5 % cca + 10 % prt	4550	4170	9.11
A (5)	5 % cca + 10 % prt	4310	4010	7.48
PROMEDIO				6.25

Muestra	Descripción de la unidad	Peso saturado (g)	Peso seco (g)	Absorción (%)
ooo (1)	10 % cca + 0 % prt	6060	5610	8.02
ooo (2)	10 % cca + 0 % prt	5580	5240	6.49
ooo (3)	10 % cca + 0 % prt	5890	5490	7.29
ooo (4)	10 % cca + 0 % prt	6120	5640	8.51
ooo (5)	10 % cca + 0 % prt	5620	5170	8.70
PROMEDIO				7.80



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivudenebra Oblitas  
Téc. Laboratorio USAT  
USAT Universidad Católica  
Lambayeque

Muestra	Descripción de la unidad	Peso saturado (g)	Peso seco (g)	Absorción (%)
M (1)	10 % cca + 4 % prt	5760	5410	6.47
M (2)	10 % cca + 4 % prt	6250	5910	5.75
M (3)	10 % cca + 4 % prt	5590	5170	8.12
M (4)	10 % cca + 4 % prt	5920	5440	8.82
M (5)	10 % cca + 4 % prt	5620	5270	6.64
PROMEDIO				7.16

Muestra	Descripción de la unidad	Peso saturado (g)	Peso seco (g)	Absorción (%)
C (1)	10 % cca + 7 % prt	5460	5170	5.61
C (2)	10 % cca + 7 % prt	4920	4590	7.19
C (3)	10 % cca + 7 % prt	5130	4820	6.43
C (4)	10 % cca + 7 % prt	4770	4480	6.47
C (5)	10 % cca + 7 % prt	4980	4670	6.64
PROMEDIO				6.47

Muestra	Descripción de la unidad	Peso saturado (g)	Peso seco (g)	Absorción (%)
B (1)	10 % cca + 10 % prt	4670	4410	5.90
B (2)	10 % cca + 10 % prt	4830	4560	5.92
B (3)	10 % cca + 10 % prt	4640	4390	5.69
B (4)	10 % cca + 10 % prt	4910	4660	5.36
B (5)	10 % cca + 10 % prt	4390	4070	7.86
PROMEDIO				6.15

  
 Henry  
 Rivadeneira  
 Oblitas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad de Talca



## Anexo N° 15: Ensayo de resistencia de compresión de las unidades propuestas.

Tesisista : Marcia Nicole Suarez Ramirez

Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

Tesis : PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE LADRILLO DE CEMENTO TIPO III CON PLÁSTICO RECICLADO TRITURADO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ

Ubicación : Chiclayo, Lambayeque

Fecha : Chiclayo, noviembre 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra	Descripción de la unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área neta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	F'b (Kg/cm <sup>2</sup> )
P1	Ladrillo patrón	23.95	14.00	270.39	25000	92.46
P2	Ladrillo patrón	23.90	14.00	269.69	26410	97.93
P3	Ladrillo patrón	23.95	13.90	268.00	25820	96.35
P4	Ladrillo patrón	24.00	14.15	274.69	27310	99.42
P5	Ladrillo patrón	24.10	14.15	270.11	25310	93.67
PROMEDIO						95.56

Muestra	Descripción de la unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área neta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	F'b (Kg/cm <sup>2</sup> )
5-0 (1)	5 % cca + 0 % prt	23.75	14.10	269.97	16520	61.19
5-0 (2)	5 % cca + 0 % prt	23.85	14.00	268.99	15640	58.14
5-0 (3)	5 % cca + 0 % prt	23.95	14.15	273.98	18410	67.19
5-0 (4)	5 % cca + 0 % prt	24.00	14.05	272.29	17810	65.41
5-0 (5)	5 % cca + 0 % prt	24.05	14.10	274.20	17540	63.97
PROMEDIO						63.18

Muestra	Descripción de la unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área neta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	F'b (Kg/cm <sup>2</sup> )
54 (1)	5 % cca + 4 % prt	24.00	14.05	272.29	19530	71.72
54 (2)	5 % cca + 4 % prt	24.10	14.20	277.31	16370	59.03
54 (3)	5 % cca + 4 % prt	23.95	14.05	271.59	15620	57.51
54 (4)	5 % cca + 4 % prt	24.00	14.05	272.29	17800	65.37
54 (5)	5 % cca + 4 % prt	23.85	14.00	268.99	16420	61.04
PROMEDIO						62.94

Muestra	Descripción de la unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área neta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	F'b (Kg/cm <sup>2</sup> )
57 (1)	5 % cca + 7 % prt	23.85	14.00	268.99	12180	45.28
57 (2)	5 % cca + 7 % prt	23.85	13.95	267.80	17130	63.97
57 (3)	5 % cca + 7 % prt	23.95	14.05	271.59	11850	43.63
57 (4)	5 % cca + 7 % prt	23.85	14.05	270.18	13630	50.45
57 (5)	5 % cca + 7 % prt	23.95	14.00	270.39	14180	52.44
PROMEDIO						51.15

Muestra	Descripción de la unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área neta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	F'b (Kg/cm <sup>2</sup> )
A (1)	5 % cca + 10 % prt	23.95	14.00	270.39	13360	49.41
A (2)	5 % cca + 10 % prt	23.95	14.15	273.98	14700	53.65
A (3)	5 % cca + 10 % prt	24.05	14.00	271.79	12180	44.81
A (4)	5 % cca + 10 % prt	24.05	14.05	272.99	12680	46.45
A (5)	5 % cca + 10 % prt	23.95	14.15	273.98	11110	40.55
PROMEDIO						46.98

Muestra	Descripción de la unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área neta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	F'b (Kg/cm <sup>2</sup> )
ooo (1)	10 % cca + 0 % prt	24.15	14.10	275.61	25320	91.87
ooo (2)	10 % cca + 0 % prt	24.15	14.10	275.61	24870	90.24
ooo (3)	10 % cca + 0 % prt	24.00	14.15	274.69	25110	91.41
ooo (4)	10 % cca + 0 % prt	24.05	14.15	275.40	23310	84.64
ooo (5)	10 % cca + 0 % prt	24.05	14.10	274.20	20120	73.38
PROMEDIO						86.31

Muestra	Descripción de la unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área neta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	F'b (Kg/cm <sup>2</sup> )
M (1)	10 % cca + 4 % prt	23.95	14.10	272.79	21100	77.35
M (2)	10 % cca + 4 % prt	24.25	14.00	274.59	22410	81.61
M (3)	10 % cca + 4 % prt	24.25	14.20	279.44	23220	83.09
M (4)	10 % cca + 4 % prt	24.30	14.10	277.72	21680	78.06
M (5)	10 % cca + 4 % prt	24.35	14.15	279.64	23310	83.36
PROMEDIO						80.70



TÉCNICO DE LABORATORIO



Muestra	Descripción de la unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área neta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	F'b (Kg/cm <sup>2</sup> )
C (1)	10 % cca + 7 % prt	23.90	14.05	270.89	15750	58.14
C (2)	10 % cca + 7 % prt	24.05	14.05	272.99	16360	59.93
C (3)	10 % cca + 7 % prt	23.95	14.10	272.79	14680	53.82
C (4)	10 % cca + 7 % prt	24.20	14.00	273.89	15510	56.63
C (5)	10 % cca + 7 % prt	24.05	14.15	275.40	16190	58.79
PROMEDIO						57.46

Muestra	Descripción de la unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área neta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	F'b (Kg/cm <sup>2</sup> )
B (1)	10 % cca + 10 % prt	24.35	14.15	279.64	14050	50.24
B (2)	10 % cca + 10 % prt	24.40	14.30	284.01	14320	50.42
B (3)	10 % cca + 10 % prt	24.30	14.05	276.51	14190	51.32
B (4)	10 % cca + 10 % prt	24.25	14.20	279.44	10860	38.86
B (5)	10 % cca + 10 % prt	24.30	14.25	281.37	13100	46.56
PROMEDIO						47.48



## Anexo N° 16: Dosificación del mortero relación a/c de 0.80 y 0.85.



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIAL



Tesista : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Propuesta de elaboración de ladrillo de cemento tipo III con plástico reciclado triturado y ceniza de cascarilla de arroz  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 2023

Ensayo CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado

Referencia NTP 334.051

N° de Pruebas	Relación Agua cemento R/C	Cemento (kg)	Arena (kg)	Agua (L)
P-01 (R/C-0.80%)	0.80	1.000	3.051	0.789
P-01 (R/C-0.85%)	0.85	1.000	3.051	0.839



## Anexo N° 17: Ensayo de la fluidez del mortero.



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Propuesta de elaboración de ladrillo de cemento tipo III con plástico reciclado triturado y ceniza de cascarilla de arroz  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 2023

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Portland  
 Referencia : NTP 334-057

Prueba	Diametro de Inicio en mm	Diámetros	Promedio de los diámetros	% De Fluidez
Mortero convencional R/C 0.80	90	21.1	209	132.22
		20.80		
		21.00		
		20.70		

Prueba	Diametro de Inicio en mm	Diámetros	Promedio de los diámetros	% De Fluidez
Mortero convencional R/C 0.85	90	20.5	208.75	131.94
		20.30		
		21.60		
		21.10		

Comparación de los resultados				
% Fluidez (mesa de Flujo)	Consistencia	Tipo de Estructura	Condiciones de Colocación	Sistema de colocación
80-100	Dura (seca)	Reparaciones, recubrimiento de tuneles, galerías, pantallas de cimentación, pisos	Sección sujetas a vibración	Provección neumática, con vibradores de formaleta
100-120	Media (plástica)	Pega de mampostería, baldosas y	Sin vibración	Manual con paletas
120-150	Fluida (húmeda)	Rellenos de mampostería estructural, morteros autonivelantes para pisos	Sin vibración	Manual, bombeo, inyección



## Anexo N° 18: Resistencia de compresión del mortero.

Tesista : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
 Escuela : ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 Tesis : Propiedades de resistencia de morteros de cemento tipo III con plásticos reciclados y cenizas de construcción de origen  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 2023

Ensayo CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado  
 Referencia NTP 334.051

Edad del Muestreo (Días de curado)	N° de Pruebas	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal (cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> = Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	TOTAL PROM (Kg/cm <sup>2</sup> )
3 Días	P-01 (R/C-0.80)	1630	5.0	5.0	25.00	65.20	70.80
	P-01 (R/C-0.80)	1930	5.0	5.0	25.00	77.20	
	P-01 (R/C-0.80)	1750	5.0	5.0	25.00	70.00	
7 Días	P-01 (R/C-0.80)	2740	5.0	5.0	25.00	109.60	104.93
	P-01 (R/C-0.80)	2860	5.0	5.0	25.00	114.40	
	P-01 (R/C-0.80)	2270	5.0	5.0	25.00	90.80	
14 Días	P-01 (R/C-0.80)	3260	5.0	4.9	24.50	133.06	110.89
	P-01 (R/C-0.80)	2360	5.0	5.0	25.00	94.40	
	P-01 (R/C-0.80)	2500	4.9	4.9	23.77	105.20	
28 Días	P-01 (R/C-0.80)	3580	5.0	5.0	25.00	143.20	144.18
	P-01 (R/C-0.80)	3290	5.0	4.9	24.26	135.64	
	P-01 (R/C-0.80)	3690	4.9	4.9	24.01	153.69	
3 Días	P-02(R/C-0.85)	2550	5.0	5.0	25.00	102.00	90.53
	P-02(R/C-0.85)	2360	5.0	5.0	25.00	94.40	
	P-02(R/C-0.85)	1880	5.0	5.0	25.00	75.20	
7 Días	P-02(R/C-0.85)	2270	4.9	4.9	24.01	94.54	108.87
	P-02(R/C-0.85)	2470	5.0	5.0	25.00	98.80	
	P-02(R/C-0.85)	3200	4.9	4.9	24.01	133.28	
14 Días	P-02(R/C-0.85)	2680	5.0	5.0	25.00	107.20	121.20
	P-02(R/C-0.85)	3910	5.0	5.0	25.00	156.40	
	P-02(R/C-0.85)	2500	5.0	5.0	25.00	100.00	
28 Días	P-02(R/C-0.85)	4320	5.0	5.0	25.00	172.80	172.78
	P-02(R/C-0.85)	4180	5.0	5.0	25.00	167.20	
	P-02(R/C-0.85)	4280	4.8	5.0	24.00	178.33	



TÉCNICO DE LABORATORIO



## Anexo N° 19: Ensayo de resistencia de compresión axial del ladrillo patrón.

Tesista : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE LADRILLO DE CEMENTO TIPO III CON PLÁSTICO RECICLADO TRITURADO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, noviembre 2023

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

CÁLCULOS :

Muestra N°	Altura total cm (h)	Espesor cm (e)	Largo cm (l)	h/e	Coef. De corrección (cc)	Área bruta $A_b$ (cm <sup>2</sup> )	Carga (lbs.)	Carga N (kg)	F'm $N/A_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	F'm corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
1	34.6	14.1	24.6	2.455	1.04	346	21279.7	21280	61	64
2	35.0	14.1	24.5	2.484	1.04	346	19467.1	19467	56	59
3	35.0	14.0	24.5	2.497	1.04	342	19902	19902	58	60

61

NOTA ILUSTRATIVA :

1lb = 4.448 n

1 N = 0.102 kg/cm<sup>2</sup>

2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00
2.455	1.036	2.484	1.039	2.497	1.040
2.50	1.04	2.50	1.04	2.50	1.04
0.5	0.04	0.5	0.04	0.5	0.04
0.455		0.484		0.497	

IDENTIFICACIÓN :

FORMULA :

$$f' m = \frac{N}{A_b}$$

hp/tp	1.30	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
F.correccion	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22



TÉCNICO DE LABORATORIO



## Anexo N° 20: Ensayo de resistencia de compresión axial del ladrillo 5% cca + 0% prt.

Tesista : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE LADRILLO DE CEMENTO TIPO III CON PLÁSTICO RECICLADO TRITURADO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, noviembre 2023

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

CALCULOS :

Muestra N°	Altura total cm (h)	Espesor cm (e)	Largo cm (l)	h/e	Coef. De corrección (cc)	Área bruta $A_b$ (cm <sup>2</sup> )	Carga (lbs)	Carga N (kg)	$F'm$ $N/A_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$F'm$ corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
1	34.5	14.1	24.6	2.447	1.04	347	17532	17532	51	52
2	35.0	14.2	24.9	2.465	1.04	354	15543.1	15543	44	46
3	34.0	14.3	24.8	2.378	1.03	355	14535	14535	41	42

NOTA ILUSTRATIVA :

1 lb = 4.448 n

1 N = 0.102 kg/cm<sup>2</sup>

IDENTIFICACIÓN :

2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00
2.447	1.036	2.465	1.037	2.378	1.030
2.50	1.04	2.50	1.04	2.50	1.04
0.5	0.04	0.5	0.04	0.5	0.04
0.447		0.465		0.378	

FORMULA :

$$f'm = \frac{N}{A_b}$$

hp/tp	1.30	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
F.correccion	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22



## Anexo N° 21: Ensayo de resistencia de compresión axial del ladrillo 5% cca + 4% prt.

Tesis : Marcia Nicole Suarez Ramirez

Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

Tesis : PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE LADRILLO DE CEMENTO TIPO III CON PLÁSTICO RECICLADO TRITURADO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ

Ubicación : Chiclayo, Lambayeque

Fecha : Chiclayo, noviembre 2023

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

CÁLCULOS :

Muestra N°	Altura total cm (h)	Espesor cm (e)	Largo cm (l)	h/e	Coef. De corrección (cc)	Área bruta $A_b$ (cm <sup>2</sup> )	Carga (lbs)	Carga N (kg)	F'm $N/A_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	F'm corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
1	34.5	14.2	24.5	2.428	1.03	348	14550.1	14550	42	43
2	35.1	14.2	24.7	2.477	1.04	349	15272.1	15272	44	45
3	35.0	14.1	28.8	2.479	1.04	406	15659.9	15660	39	40

43

NOTA ILUSTRATIVA :

1lb = 4.448 n

1 N = 0.102 kg/cm<sup>2</sup>

2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00
2.428	1.034	2.477	1.038	2.479	1.038
2.50	1.04	2.50	1.04	2.50	1.04
0.5	0.04	0.5	0.04	0.5	0.04
0.428		0.477		0.479	

IDENTIFICACIÓN :

FORMULA :

$$f'm = \frac{N}{A_b}$$

hp/tp	1.30	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
F.correccion	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT

## Anexo N° 22: Ensayo de resistencia de compresión axial del ladrillo 5% cca + 7% prt.

Tesista : Marcia Nicole Suarez Ramirez

Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

Tesis : PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE LADRILLO DE CEMENTO TIPO III CON PLÁSTICO RECICLADO TRITURADO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ

Ubicación : Chiclayo, Lambayeque

Fecha : Chiclayo, noviembre 2023

**CÓDIGO** : N.T.P. 339.605 : 2003

**ENSAYO** : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

**CALCULOS** :

Muestra N°	Altura total cm (h)	Espesor cm (e)	Largo cm (l)	h/e	Coef. De corrección (cc)	Área bruta $A_b$ (cm <sup>2</sup> )	Carga (lbs)	Carga N (kg)	F'm $N / A_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	F'm corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
1	34.5	14.2	24.1	2.430	1.03	342	10290.7	10291	30	31
2	34.9	14.0	24.2	2.489	1.04	338	12324.6	12325	36	38
3	34.6	14.0	24.1	2.469	1.04	337	9979.6	9980	30	31

33

**NOTA ILUSTRATIVA** :

1lb = 4.448 n

1 N = 0.102 kg/cm<sup>2</sup>

**IDENTIFICACIÓN** :

2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00
2.430	1.034	2.489	1.039	2.469	1.037
2.50	1.04	2.50	1.04	2.50	1.04
0.5	0.04	0.5	0.04	0.5	0.04
0.430		0.489		0.469	

**FORMULA** :

$$f' m = \frac{N}{A_b}$$

hp/tp	1.30	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
F.correccion	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22



### Anexo N° 23: Ensayo de resistencia de compresión axial del ladrillo 5% cca + 10% prt.

Tesista : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE LADRILLO DE CEMENTO TIPO III CON PLÁSTICO RECICLADO TRITURADO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, noviembre 2023

**CÓDIGO** : N.T.P. 339.605 : 2003

**ENSAYO** : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

**CALCULOS** :

Muestra N°	Altura total cm (h)	Espesor cm (e)	Largo cm (l)	h/e	Coef. De corrección (cc)	Área bruta $A_b$ (cm <sup>2</sup> )	Carga (lbs)	Carga N (kg)	$F'm / A_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	F'm corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
1	34.6	14.1	24.4	2.455	1.04	344	6684	6684	19	20
2	35.0	14.1	24.6	2.479	1.04	346	7550.6	7551	22	23
3	35.0	14.0	24.6	2.497	1.04	345	6513.9	6514	19	20

21

**NOTA ILUSTRATIVA** :

1lb = 4.448 n

1 N = 0.102 kg/cm<sup>2</sup>

**IDENTIFICACIÓN** :

2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00
2.455	1.036	2.479	1.038	2.497	1.040
2.50	1.04	2.50	1.04	2.50	1.04
0.5	0.04	0.5	0.04	0.5	0.04
0.455		0.479		0.497	

**FORMULA** :

$$f'm = \frac{N}{A_b}$$

hp/tp	1.30	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
F.correccion	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22



## Anexo N° 24: Ensayo de resistencia de compresión axial del ladrillo 10% cca + 0% prt.

Tesista : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE LADRILLO DE CEMENTO TIPO III CON PLÁSTICO RECICLADO TRITURADO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, noviembre 2023

**CÓDIGO** : N.T.P. 339.605 : 2003

**ENSAYO** : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

**CALCULOS** :

Muestra N°	Altura total cm (h)	Espesor cm (e)	Largo cm (l)	h/e	Coef. De corrección (cc)	Área bruta $A_b$ (cm <sup>2</sup> )	Carga (lbs)	Carga N (kg)	$F'm$ $N/A_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	F'm corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
1	34.6	14.1	24.2	2.451	1.04	341	14386.5	14387	42	44
2	35.0	14.1	24.3	2.483	1.04	342	22897.6	22898	67	70
3	35.0	14.2	24.1	2.461	1.04	342	20428.1	20428	60	62
										58

**NOTA ILUSTRATIVA** :

1lb = 4.448 n

1 N = 0.102 kg/cm<sup>2</sup>

**IDENTIFICACIÓN** :

2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00
2.451	1.036	2.483	1.039	2.461	1.037
2.50	1.04	2.50	1.04	2.50	1.04
0.5	0.04	0.5	0.04	0.5	0.04
0.451		0.483		0.461	

**FORMULA** :

$$f' m = \frac{N}{A_b}$$

hp/tp	1.30	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
F.correccion	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22



## Anexo N° 25: Ensayo de resistencia de compresión axial del ladrillo 10% cca + 4% prt.

Tesista : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE LADRILLO DE CEMENTO TIPO III CON PLÁSTICO RECICLADO TRITURADO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, noviembre 2023

**CÓDIGO** : N.T.P. 339.605 : 2003

**ENSAYO** : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

**CALCULOS** :

Muestra N°	Altura total cm (h)	Espesor cm (e)	Largo cm (l)	h/e	Coef. De corrección (cc)	Área bruta $A_b$ (cm <sup>2</sup> )	Carga (lbs)	Carga N (kg)	F'm $N / A_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	F'm corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
1	34.5	14.2	24.5	2.428	1.03	348	12501.1	12501	36	37
2	35.1	14.1	24.7	2.486	1.04	348	20534.7	20535	59	61
3	35.0	14.0	24.7	2.497	1.04	346	24317.8	24318	70	73

57

**NOTA ILUSTRATIVA** :

1lb = 4.448 n

1 N = 0.102 kg/cm<sup>2</sup>

2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00
2.428	1.034	2.486	1.039	2.497	1.040
2.50	1.04	2.50	1.04	2.50	1.04
0.5	0.04	0.5	0.04	0.5	0.04
0.428		0.486		0.497	

**IDENTIFICACIÓN** :

**FORMULA** :

$$f' m = \frac{N}{A_b}$$

hp/tp	1.30	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
F.correccion	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22



Anexo N° 26: Ensayo de resistencia de compresión axial del ladrillo 10% cca + 7% prt.

Tesista : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE LADRILLO DE CEMENTO TIPO III CON PLÁSTICO RECICLADO TRITURADO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, noviembre 2023

**CÓDIGO** : N.T.P. 339.605 : 2003

**ENSAYO** : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañería

**CALCULOS** :

Muestra Nº	Altura total cm (h)	Espesor cm (e)	Largo cm (l)	h/e	Coef. De corrección (cc)	Área bruta $A_b$ (cm <sup>2</sup> )	Carga (lbs)	Carga N (kg)	$F'm$ $N/A_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$F'm$ corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
1	34.6	14.1	24.1	2.451	1.04	339	12965.3	12965	38	40
2	35.0	14.0	24.3	2.497	1.04	340	11394.5	11395	34	35
3	34.9	14.0	24.1	2.490	1.04	337	15823.8	15824	47	49

41

**NOTA ILUSTRATIVA** :

1lb = 4.448 n

1 N = 0.102 kg/cm<sup>2</sup>

**IDENTIFICACIÓN** :

2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00
2.451	1.036	2.497	1.040	2.490	1.039
2.50	1.04	2.50	1.04	2.50	1.04
0.5	0.04	0.5	0.04	0.5	0.04
0.451		0.497		0.490	

**FORMULA** :

$$f'm = \frac{N}{A_b}$$

hp/tp	1.30	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
F.correccion	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22



Anexo N° 27: Ensayo de resistencia de compresión axial del ladrillo 10% cca + 10% prt.

Tesista : Marcia Nicole Suarez Ramirez  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE LADRILLO DE CEMENTO TIPO III CON PLÁSTICO RECICLADO TRITURADO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, noviembre 2023

**CÓDIGO** : N.T.P. 339.605 : 2003

**ENSAYO** : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

**CALCULOS** :

Muestra Nº	Altura total cm (h)	Espesor cm (e)	Largo cm (l)	h/e	Coef. De corrección (cc)	Área bruta $A_b$ (cm <sup>2</sup> )	Carga (lbs)	Carga N (kg)	F'm $N / A_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	F'm corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
1	34.6	14.1	24.5	2.451	1.04	345	5270.2	5270	15	16
2	35.1	13.9	24.6	2.522	1.04	341	8833.3	8833	26	27
3	35.1	13.9	24.4	2.524	1.04	339	11084.3	11084	33	34

26

**NOTA ILUSTRATIVA** :

1lb = 4.448 n

1 N = 0.102 kg/cm<sup>2</sup>

**IDENTIFICACIÓN** :

2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00
2.451	1.036	2.522	1.042	2.524	1.042
2.50	1.04	2.50	1.04	2.50	1.04
0.5	0.04	0.5	0.04	0.5	0.04
0.451		0.522		0.524	

**FORMULA** :

$$f'm = \frac{N}{A_b}$$

hp/tp	1.30	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
F.correccion	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22



Anexo N° 28: Ensayo de compresión diagonal de muretes de albañilería.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo - Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitud de ensayo : 1906A-24/ LEMS W&C  
Solicitante : Suarez Ramirez Marcia Nicole  
Tesis : Propuesta de elaboración de ladrillo de cemento tipo III con plástico reciclado triturado y ceniza de cascarrilla de arroz  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : 29 de Junio del 2023  
Inicio de Ensayo : 29 de Junio del 2023  
Fin de ensayo : 03 de Julio del 2023  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
Norma : NTP 399.621: 2004

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l	h	t	Ab	P	P	V'm	V'm	V'm pro. (Kg/cm²)
					(mm)	(mm)	(mm)	(mm²)	Kg	N	(Mpa)	(Kg/cm²)	
01	Ladrillo patrón	29/10/2023	27/11/2023	28	640.0	610.0	141.0	86010	8519	83571	0.69	7.01	6.68
02		29/10/2023	27/11/2023	28	640.0	630.0	140.0	88200	10225	100307	0.80	8.20	
03		29/10/2023	27/11/2023	28	630.0	625.0	140.0	87500	5981	58674	0.47	4.83	
01	5 % cca + 0 % prt	29/10/2023	27/11/2023	28	615.0	610.0	140.0	85400	9365	91871	0.78	7.76	6.46
02		29/10/2023	27/11/2023	28	615.0	620.0	141.0	87420	9479	92989	0.75	7.67	
03		29/10/2023	27/11/2023	28	625.0	625.0	141.0	88125	4924	48304	0.39	3.95	
01	5 % cca + 4 % prt	29/10/2023	27/11/2023	28	625.0	630.0	142.0	89460	9065	88928	0.70	7.17	6.02
02		29/10/2023	27/11/2023	28	610.0	630.0	141.0	88830	6488	63647	0.51	5.17	
03		29/10/2023	27/11/2023	28	630.0	610.0	142.0	86620	7017	68837	0.56	5.73	
01	5 % cca + 7 % prt	29/10/2023	27/11/2023	28	625.0	630.0	141.0	88830	7526	73830	0.58	5.99	5.85
02		29/10/2023	27/11/2023	28	630.0	625.0	141.0	88125	7198	70612	0.57	5.78	
03		29/10/2023	27/11/2023	28	625.0	615.0	141.0	86715	7072	69376	0.57	5.77	
01	5 % cca + 10 % prt	29/10/2023	27/11/2023	28	645.0	660.0	141.0	93060	4954	48599	0.37	3.76	4.62
02		29/10/2023	27/11/2023	28	640.0	640.0	140.0	89600	7371	72310	0.57	5.82	
03		29/10/2023	27/11/2023	28	645.0	650.0	141.0	91650	5549	54436	0.42	4.28	
01	10 % cca + 0 % prt	29/10/2023	27/11/2023	28	650.0	635.0	139.0	88265	7837	76881	0.62	6.28	6.59
02		29/10/2023	27/11/2023	28	630.0	645.0	140.0	90300	8772	86053	0.67	6.87	
03		29/10/2023	27/11/2023	28	655.0	645.0	141.0	90945	8517	83552	0.65	6.62	
01	10 % cca + 4 % prt	29/10/2023	27/11/2023	28	615.0	645.0	140.0	90300	9691	95069	0.74	7.59	6.56
02		29/10/2023	27/11/2023	28	630.0	655.0	142.0	93010	7791	76430	0.58	5.92	
03		29/10/2023	27/11/2023	28	645.0	640.0	141.0	90240	7866	77165	0.60	6.16	
01	10 % cca + 7 % prt	29/10/2023	27/11/2023	28	630.0	615.0	142.0	87330	6711	65835	0.53	5.43	5.54
02		29/10/2023	27/11/2023	28	630.0	615.0	142.0	87330	6924	67924	0.55	5.61	
03		29/10/2023	27/11/2023	28	625.0	615.0	141.0	86715	6826	66963	0.55	5.57	
01	10 % cca + 10 % prt	29/10/2023	27/11/2023	28	620.0	625.0	140.0	87500	4581	44940	0.36	3.70	4.46
02		29/10/2023	27/11/2023	28	625.0	625.0	141.0	88125	6161	60439	0.48	4.94	
03		29/10/2023	27/11/2023	28	635.0	625.0	141.0	88125	5891	57791	0.46	4.73	

DONDE:  
h : altura del muro  
e : espesor del muro

LEMS W&C EIRL.  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246984

USAT  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS  
TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Roldaneya Oblitas  
USAT  
Universidad Católica  
Lima, Facultad de Ingeniería



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&amp;C E.I.R.L.</b>	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Equipo	<b>PRENSA DE MURETES</b>	Los resultados son validos 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 reglamento vigente.
Capacidad	20000 kgf	
Marca	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Procedencia	PERÚ	
Identificación	LF-057	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIGH WEIGHT	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Modelo	315A	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2023-03-01	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-03-02

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



Henry Rivadeneira Oblitas  
USAT  
Laboratorio de Fuerza

913 028 621 / 913 028 622  
913 028 623 / 913 028 624  
www.perutest.com.pe

Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
ventas@perutest.com.pe  
PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de la fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

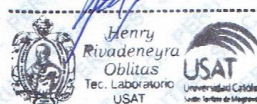
	Inicial	Final
Temperatura	26.1 °C	26.1 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-005 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 093-23 (B)
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-001 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 093-23 A/C

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO.7500-1.



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima

✉ ventas@perutest.com.pe

🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)	Patrón de Referencia
10	2000	1990	2000	2000	1996
20	4000	4001	4021	4001	4008
30	6000	6042	6042	6042	6042
40	8000	8044	8044	8044	8044
50	10000	10046	10046	10046	10046
60	12000	12048	12048	12048	12048
70	14000	14050	14050	14050	14050
80	16000	16052	16052	16052	16052
90	18000	18054	18054	18054	18054
100	20000	20057	20057	20057	20057
Retorno a Cero		100.0	100.0	100.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
2000	0.39	0.50	1.00	0.50	0.66
4000	0.36	0.50	2.56	0.25	1.20
6000	-0.35	0.00	1.41	0.17	0.79
8000	-0.27	0.00	1.10	0.13	0.65
10000	-0.23	0.00	0.91	0.10	0.57
12000	-0.20	0.00	0.79	0.08	0.52
14000	-0.18	0.00	0.71	0.07	0.49
16000	-0.16	0.00	0.65	0.06	0.47
18000	-0.15	0.00	0.60	0.06	0.46
20000	-0.14	0.00	0.57	0.05	0.44

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ ) 0.60 %

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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.



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
Universidad Católica

☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima

✉ ventas@perutest.com.pe

👤 TÉCNICO DE LABORATORIO PERUTEST SAC



## Panel fotográfico



*Ilustración 33 Elaboración de ladrillos de concreto, el cual contiene 5% de ceniza de cascarilla de arroz y 7% de plástico triturado reciclado.*

En la imagen se puede apreciar la elaboración de un tipo de ladrillo y al costado el después de las 24 horas, la cuales ya están listas para el curado. En cada compactado se producía 5 ladrillos, por cada muestra un aproximado de 80 ladrillos.



*Ilustración 34 Limpieza e identificación de cada ladrillo.*

Antes de ser llevado a la piscina se procede a limpiar cada ladrillo y también colocar una identificación en cada ladrillo para así después clasificar según la muestra que es.



*Ilustración 35 Ladrillos fabricados.*

Con la mayoría de los ladrillos que ya han pasado el curado, los otros en la piscina para cumplir con dicho curado.



*Ilustración 36 Ladrillo con 10% de cca y 7% plástico triturado.*

Se aprecia con mejor precisión el acabo de dicho ladrillo, el cual fue utilizado para los ensayos de variación dimensional, alabeo y resistencia a la compresión.



*Ilustración 37 Resistencia de compresión para el mortero.*



*Ilustración 38 Ensayo de pilas.*

En este caso se muestra una falla por agrietamiento vertical, así se dio en la mayoría de las pilas.



*Ilustración 39 Muretes.*

En un total de 27 muretes, para las 9 muestras.



*Ilustración 40 Ensayo para el murete.*

Uno de los muretes falla por tensión, ya que atraviesa el ladrillo y la junta, así se dio para la mayoría de los muretes.