



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación de las características físico mecánicas de ladrillos decorativos con Tereftalato de Polietileno Reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash – 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Maza Avalos, Cinthya Alexandra ([orcid.org/0000-0002-4983-4239](https://orcid.org/0000-0002-4983-4239))

Quezada Ochoa, Jonel Augusto ([orcid.org/0000-0001-8074-7347](https://orcid.org/0000-0001-8074-7347))

**ASESOR:**

Mgtr. Diaz García, Gonzalo Hugo ([orcid.org/0000-0002-3441-8005](https://orcid.org/0000-0002-3441-8005))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ

2023

## DEDICATORIA

Dedicamos este proyecto de tesis en primer lugar a Dios, por obsequiarnos la vida y salud, también por habernos brindado la sabiduría y fortaleza que nos ha permitido continuar con esta investigación. En segundo lugar, este proyecto va dedicado hacia nuestros padres por ser pieza fundamental en nuestra educación y en nuestras vidas, por cuidarnos y aconsejarnos diariamente a cumplir nuestras metas y sueños como futuros profesionales.

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos primordialmente a Dios por darnos las fuerzas necesarias para poder culminar nuestro proyecto, de igual manera agradecemos a nuestros padres por su apoyo constante y confiar en nosotros durante todo este tiempo. Así mismo, darle reconocimiento a todas las personas que nos brindaron su asesoramiento y dedicación en cada momento y ser parte de este proyecto de tesis.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, DÍAZ GARCÍA GONZALO HUGO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de las Características Físico Mecánicas de Ladrillos Decorativos con Tereftalato de Polietileno Reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash - 2023", cuyos autores son QUEZADA OCHOA JONEL AUGUSTO, MAZA AVALOS CINTHYA ALEXANDRA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHIMBOTE, 20 de Noviembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
DÍAZ GARCÍA GONZALO HUGO <b>DNI:</b> 40539624 <b>ORCID:</b> 0000-0002-3441-8005	Firmado electrónicamente por: GHDIAZ el 04-12- 2023 09:41:09

Código documento Trilce: TRI - 0656717





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, QUEZADA OCHOA JONEL AUGUSTO, MAZA AVALOS CINTHYA ALEXANDRA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Evaluación de las Características Físico Mecánicas de Ladrillos Decorativos con Tereftalato de Polietileno Reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash - 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
CINTHYA ALEXANDRA MAZA AVALOS <b>DNI:</b> 72322674 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4983-4239	Firmado electrónicamente por: CMAZAAV13 el 20-11- 2023 09:02:38
JONEL AUGUSTO QUEZADA OCHOA <b>DNI:</b> 73678343 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8074-7347	Firmado electrónicamente por: QOCHOA el 20-11- 2023 22:50:07

Código documento Trilce: TRI - 0656727



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENCIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
II. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	9
3.2. Variable y Operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos.....	16
3.6. Método de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos Éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN.....	38
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS.....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 01:</b> Reconocimiento de muestras a utilizar.....	25
<b>Tabla N° 02:</b> Matriz de muestra.....	25
<b>Tabla N° 03:</b> Instrumentos empleados.....	27
<b>Tabla N°04:</b> Masa de ladrillo decorativo de pet y arcilla.....	32
<b>Tabla N°05:</b> Volúmenes de ladrillo decorativo de pet y arcilla.....	32
<b>Tabla N°06:</b> Densidad de ladrillos decorativos pet y de arcilla.....	33
<b>Tabla N°07:</b> Ensayo de variación dimensional en unidades de ladrillos decorativos pet.....	35
<b>Tabla N°08:</b> Ensayo de variación dimensional en unidades de ladrillos de arcilla.....	36
<b>Tabla N°09:</b> Ensayo de alabeo en unidades de ladrillos decorativos pet.....	39
<b>Tabla N°10:</b> Ensayo de alabeo en unidades de ladrillos de arcilla .....	39
<b>Tabla N°11:</b> Ensayo de absorción en unidades de ladrillos decorativos pet.....	42
<b>Tabla N°12:</b> Ensayo de absorción en unidades de ladrillos decorativos de arcilla.....	42
<b>Tabla N°13.</b> Características Geométricas de los ladrillos decorativos pet .....	45
<b>Tabla N°14:</b> Área de vacíos de ladrillos decorativos pet.....	45
<b>Tabla N° 15:</b> Ensayo de Resistencia a la Compresión de unidades de ladrillos decorativos pet.....	46
<b>Tabla N°16:</b> Características Geométricas de los ladrillos decorativos de arcilla.....	46
<b>Tabla N°17:</b> Área de vacíos de ladrillos decorativos de arcilla.....	47
<b>Tabla N° 18.</b> Ensayo de Resistencia a la Compresión de unidades de ladrillo decorativo de arcilla.....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1:</b> Fabricación de ladrillo decorativo pet.....	34
<b>Figura N° 2:</b> Ensayo de variación dimensional.....	34
<b>Figura N°3:</b> Ensayo de alabeo de los ladrillos.....	38
<b>Figura N°4:</b> Muestras para el Ensayo de Absorción.....	41
<b>Figura N°5:</b> Ensayo de resistencia a la compresión de los ladrillos.....	44
<b>Figura N°06, N°07, N°08, N°09:</b> La fabricación del ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno.....	92
<b>Figura N°10, N°11, N°12, N°13, N°14:</b> Mezcla del plástico derretido.....	93
<b>Figura N°15, N°16:</b> Vaciado de mezcla al molde.....	94
<b>Figura N°17, N°18, N°19, N°20:</b> Ensayo de variación dimensional de ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno.....	95
<b>Figura N°21, N°22, N°23, N°24:</b> Ensayo de alabeo de ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno.....	96
<b>Figura N°25, N°26, N°27, N°28:</b> Ensayo de absorción de ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno.....	97
<b>Figura N°29, N°30, N°31, N°32:</b> Ensayo de resistencia a la compresión de ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno.....	98
<b>Figura N°33:</b> Ensayo de variación dimensional de ladrillo decorativo con arcilla.....	100
<b>Figura N°34 Y N°35:</b> Ensayo de alabeo de ladrillo decorativo con arcilla.....	101
<b>Figura N°36, N°37, N°38:</b> Ensayo de absorción de ladrillo decorativo con arcilla.....	102
<b>Figura N°39, N°40:</b> Ensayo de resistencia a la compresión de ladrillo decorativo con arcilla.....	103

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N° 1:</b> Densidad en ladrillos pet y de arcilla.....	33
<b>Gráfico N°2:</b> Ensayo de variación dimensional en ladrillos pet y de arcilla.....	37
<b>Gráfico N°3.</b> Ensayo de alabeo en ladrillos pet y de arcilla.....	40
<b>Gráfico N°4.</b> Ensayo de absorción en ladrillos pet y de arcilla.....	43
<b>Gráfico N° 05:</b> Ensayo de resistencia a la compresión en ladrillos pet y de arcilla .....	48

## RESUMEN

La presente tesis titulada “Evaluación de las Características Físico Mecánicas de Ladrillos Decorativos con Tereftalato de Polietileno Reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash – 2023” estableció como objetivo principal determinar la evaluación de las características físico mecánicas de los ladrillos decorativos con tereftalato de polietileno Reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash – 2023.

El diseño de empleado en esta investigación es experimental tipo aplicada, nivel descriptivo. La población estudiada consistió en los ladrillos decorativos de Tereftalato de Polietileno Reciclado, con una muestra de 5 unidades, aplicando un muestreo no probabilístico por conveniencia. Los instrumentos utilizados para la recolección de datos se basaron en las norma técnica peruana 399.604 y 399.613.

Realizando los ensayos establecidos por la norma, se obtuvieron los siguientes resultados: un peso promedio de 2.969 kg, una variación dimensional de 0.69% en longitud, 0.70% en ancho y 0.61% en altura, en nuestras muestras; un alabeo promedio en las caras de 0.125mm; una absorción de 0.49% y una resistencia a la compresión de las unidades de 4.2kg/cm<sup>2</sup>. Comparando con los resultados de ladrillos decorativo de arcilla tradicionales, se obtuvo: un peso promedio de 3.541 kg; una variación dimensional de 0.14% en longitud, 1.03% en ancho y 22.30% en altura; un alabeo promedio en las caras de 0.075mm; una absorción de 12.67% y una resistencia a la compresión de las unidades de 4.8kg/cm<sup>2</sup>.

Con resultados obtenidos, se concluye que, en cuanto a las propiedades físicas de los ladrillos decorativos con tereftalato de polietileno, si cumplen con los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana E070 y que, a comparación con los ladrillos decorativos de arcilla, los de pet son mejores. También se determinó que las propiedades mecánicas del ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno, no cumple con los parámetros mínimos establecidos por la norma E 070.

**Palabras clave:** Tereftalato de polietileno, reciclado, medio ambiente, ladrillos decorativos, propiedades físicas, propiedades mecánicas.

## ABSTRACT

This thesis titled “Evaluation of the Physical Mechanical Characteristics of Decorative Bricks with Recycled Polyethylene Terephthalate (PET) in the District of Nuevo Chimbote, Ancash – 2023” established the main objective of determining the evaluation of the physical mechanical characteristics of decorative bricks with Recycled polyethylene terephthalate (PET) in the Nuevo Chimbote District, Ancash – 2023.

The design used in this research is experimental, applied, descriptive level. The population studied consisted of decorative Recycled Polyethylene Terephthalate bricks, with a sample of 5 units, applying non-probabilistic sampling for convenience. The instruments used for data collection were based on Peruvian technical standards 399.604 and 399.613.

Carrying out the tests established by the standard, the following results were obtained: an average weight of 2,969 kg, a dimensional variation of 0.69% in length, 0.70% in width and 0.61% in height, in our samples; an average warpage on the faces of 0.125mm; an absorption of 0.49% and a compressive strength of the units of 4.2kg/cm<sup>2</sup>. Comparing with the results of traditional decorative clay bricks, the following were obtained: an average weight of 3,541 kg; a dimensional variation of 0.14% in length, 1.03% in width and 22.30% in height; an average warpage on the faces of 0.075mm; an absorption of 12.67% and a compressive strength of the units of 4.8kg/cm<sup>2</sup>.

With the results obtained, it is concluded that, regarding the physical properties of the decorative bricks with polyethylene terephthalate, they do comply with the parameters established by the Peruvian Technical Standard E070 and that, compared to the decorative clay bricks, the pet bricks. they are better. It was also determined that the mechanical properties of the decorative brick with polyethylene terephthalate do not comply with the minimum parameters established by standard E 070.

**Keywords:** Polyethylene terephthalate, recycling, environment, decorative bricks, physical properties, mechanical properties.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente nos encontramos en un tiempo de lo desechable y los recipientes PET son una gran prueba de ello. Un estudio realizado por La Universidad Veracruzana (2023) afirma que el consumo de estas bebidas desechables sigue aumentando, ya que donde no se recicla ni al 20% de lo que se fabrica y los demás desechos terminan en basura, playas, ríos o el mar. Donde la mayoría de residuos sólidos de tereftalato de polietileno son del 30%, un material resistente y muy flexible, en su mayoría transparente, donde usualmente le llaman PET.

Solamente en la elaboración de una botella se requiere 100 ml de petróleo, lo cual representa un peligro hacia el medio ambiente ya que es un recurso natural no renovable. Además, la fabricación de estos envases, forman parte de procesos que generan una gran cantidad de emisiones de gases perjudiciales para el medio ambiente.

Se incrementó la tasa anual del consumo de botellas plásticas de agua del 6.2% del 2008 hasta el 2013. En 2013 el PET ocupó 39000 millones de envases de bebidas, de un total de 195 mil millones que fueron vendidas en Estados Unidos, y solo alrededor del 12% se recicla. Una gran proporción de botellas se desecha después del primer uso. El reciclaje de plástico aún va a la zaga de la producción de plástico.

Inicialmente, en su gran mayoría se tiran los desechos de plásticos en vertederos, pero debido al crecimiento explosivo del volumen de desechos plásticos, quedó claro que esta no era una opción factible. Además, una gran cantidad de plástico acaba en el medio ambiente. Esto influye a ser una carga muy considerable para el medio ambiente ya que al estar a la intemperie dura más el plástico. Aún no existe una solución suficientemente desarrollada para los plásticos biodegradables, y no se sabe mucho sobre su impacto en el ciclo de vida. (Nováková, Šeps y Achten, 2017)

Según la revista Oceana (2018), en Perú se consume un aproximado de 950 mil toneladas de plásticos anuales. Solo Lima y Callao generan más de 886

toneladas de residuos de este material al día. De todo el total de residuos, solo una cuarta parte se puede reutilizar, mientras que el resto termina en la basura o en botaderos y hasta en muchos casos llegan al mar y una vez allí, el plástico es una de los principales peligros que tiene la fauna marina. Además, esto se convierte en una amenaza pública que impacta negativamente a la economía nacional, como es el caso del sector turismo.

En el actual estudio de la Evaluación de las características Físico Mecánicas de Ladrillos Decorativos con el tereftalato de Polietileno Reciclado, demuestra que el plástico puede tener un uso diferente de lo que ya se sabe, reforzando investigaciones el Ladrillo PET, puede llegar a ser una alternativa ecológica con el medio ambiente y económica por las propiedades que presenta.

Luego de señalar y describir el problema, se formula la siguiente pregunta general de la investigación: ¿Cuál es el resultado de la evaluación de las características físico mecánicas de Ladrillos Decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash-2023?, también como preguntas específicas: ¿Cuál es el resultado del ensayo de variación dimensional de los ladrillos decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET)?, ¿Cuál es el resultado del ensayo de alabeo de los ladrillos decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET)?, ¿Cuál es el resultado del ensayo de absorción de los ladrillos decorativos con los Tereftalato de polietileno Reciclado (PET)? y ¿Cuál es el resultado del ensayo de compresión de los ladrillos decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET)?,

Así mismo, este proyecto tiene justificación teórica, ya que se implementarán conocimientos sobre las características físico mecánicas de los ladrillos decorativos elaborados con pet. Asimismo, la investigación presenta justificación social, porque se considera que la reutilización del plástico pet, para obtener una mejora en las propiedades tanto física como mecánica de los ladrillos decorativos y a su vez reduciendo la contaminación ambiental en Nuevo Chimbote. Presenta justificación metodológica ya que se plantea

como mejora a las características físicas y mecánicas del ladrillo decorativo elaborado con pet. Como justificación práctica, se busca emplear el plástico pet en la elaboración de ladrillo decorativo, demostrando que puede ser posible el empleo de tereftalato de polietileno, poniendo frente a la contaminación por este residuo.

La investigación presentada, presenta su objetivo general: Determinar la evaluación de las características físico mecánicas de los Ladrillos Decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote. Por otro lado, objetivos específicos: Especificar los resultados del ensayo de variación dimensional de los ladrillos decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET), Evaluar los resultados del ensayo de alabeo de los ladrillos decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET), Identificar el resultado del ensayo de absorción de los ladrillos decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET) y Especificar los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los ladrillos decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET)

Por lo tanto, la hipótesis general del estudio es: Los resultados de la evaluación de las características físico mecánicas de ladrillos decorativos con tereftalato de polietileno reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash – 2023, cumplen con la normativa peruana vigente. De igual manera se presentan las siguientes hipótesis específicas: Los ensayos de variación dimensional en la evaluación de las características físico mecánicas de ladrillos decorativos con tereftalato de polietileno reciclado (PET) cumplen con los parámetros mínimos establecidos por la norma, Los ensayos de alabeo en la evaluación de las características físico mecánicas de ladrillos decorativos con tereftalato de polietileno reciclado (PET) cumplen con los parámetros mínimos establecidos por la norma, La prueba de absorción en la evaluación de las características físico mecánicas de ladrillos decorativos con tereftalato de polietileno reciclado (PET) cumplen con los parámetros mínimos establecidos por la norma, El resultado del ensayo a la compresión en la evaluación de las características físico mecánicas de

ladrillos decorativos con tereftalato de polietileno reciclado (PET) cumplen con los parámetros mínimos establecidos por la norma.

## II. MARCO TEÓRICO

Se exponen los antecedentes internacionales: Wahane, Dwivedi y Bajaj (2023) en su artículo, como objetivo general presentó la evaluación de los efectos físico mecánicos de los ladrillos con adición de tereftalato. El resultado es que la resistencia máxima de los ladrillos 20 WCB es de 52 MPa. Se observó una absorción de agua de alrededor del 4 % en los ladrillos de plástico de desecho. Y se da como conclusión que al valer la resistencia del ladrillo de plástico con otros ladrillos de mampostería es mucho mejor. Se demostró que al incluir residuos plásticos de tipo triturado en los ladrillos se tiene que obtener un mejor rendimiento de los ladrillos

Así mismo Kavinkumar et. al (2022) en su artículo de investigación, propone su objetivo general, realizar una evaluación de propiedades del ladrillo que contiene plásticos no deseados y botellas de pet. El estudio concluyó que el ladrillo de arena plástica reduce el uso de arcilla en la fabricación de ladrillos y la prueba de absorción en el ladrillo de plástico es de casi cero porcentaje.

Caballero y Flores (2016) en su estudio de tesis empleó la metodología descriptiva y no experimental. Por objetivo general tuvo el comprobar si los bloques de cemento adicionando pet en variadas proporciones, son una buena alternativa para emplearse en la construcción, aportando en la sostenibilidad del medio ambiente. Los resultados demostraron que el estudio es factible; debido a que los bloques con tereftalato de polietileno registraron una disminución en un 2% de su peso, comparado con los bloques comunes. Obtuvo como resultados que el porcentaje de agregado pet al bloque, como sustitución de agregado fino, fue de 10%.

Como investigaciones nacionales: De La Cruz y Ccoscco (2020) en su tesis tuvo como objetivo general implementar y crear ladrillos hechos de Polietileno de tereftalato y de tal manera que para los diseños de viviendas unifamiliares se pueda evaluar las propiedades físico mecánicas. La

metodología empleada fue diseño experimental tipo aplicada. De la investigación se obtuvo que las propiedades de su ladrillo ecológico con 3% de adición de PET, adquirió  $f'c$  máxima de 135.3 kg/cm<sup>2</sup> para ladrillos y 91 kg/cm<sup>2</sup> para la  $f'c$  de pilas; con un agregado de 6% PET logró una resistencia a la compresión de 129 kg/cm<sup>2</sup> en la unidad de albañilería, y 87 kg/cm<sup>2</sup> para la  $f'c$  de pilas. Para la  $f'c$  muretes, dio como resultado la resistencia de 4.81 kg/cm<sup>2</sup>. Y en su alabeo, con adición de 3% pet, tuvo un promedio de 2mm. Con respecto a la variación dimensional, obtuvo un -0.28% en el largo, -1.1% en su ancho, 1.1% en su alto. Con adición del 6% de pet, obtuvo un promedio de 2mm de alabeo, en su ensayo de variación dimensional, obtuvo -0.28% en el largo, -0.53% en el ancho y 1.1% en su alto. Se concluye que la adición del 3% de pet, cumple con los requisitos de clasificación del ladrillo portante de la Norma técnica E0.70. En ensayo de densidad se obtuvo 1655kg/cm<sup>3</sup> donde se concluyó que los eco ladrillos son livianos ya que tiene componentes orgánicos

Asimismo, Marron (2020), en su tesis, el principal objetivo fue elaborar un análisis de las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos artesanales en albañilería añadiendo el PET y porcelanato. Se empleó la metodología experimental tipo tecnológico. Los valores de 10%, 15 % y 20 %, de adición del pet y porcelanato al ladrillo, influyeron positivamente en las características físicas de estos ladrillos. Y en su alabeo con 10% de pet se obtuvo 1.10 mm, 15% de pet 1.30 mm y en de 20% con 1.50mm. Se concluyó que la adición de 10% pet y 10% porcelanato, es el mejor con respecto a las propiedades de variación dimensional, densidad y absorción establecidas por la norma e070.

Además, Diaz y Sánchez (2019) en su investigación, su objetivo general fue realizar un evaluación de los factores físicos mecánicos con plástico pet en porcentajes de un ladrillo artesanal, empleando la metodología descriptiva. Se obtuvo como resultado que el 0%, 3%, 6% y 10% del ensayo que fue realizado con adición de pet a la compresión y con valores de 43.70kg/cm<sup>2</sup>, 18.00kg/cm<sup>2</sup>, 11.05kg/cm<sup>2</sup> y 9.68kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Para poder realizar el ensayo de absorción se tuvo que tener en cuenta la norma ASTM

C67. dando como resultado de absorción de 12.45%, 13.10%, 16.98% y 18.55 %, continuamente en los porcentajes de 0%, 3%, 6% y 10% de plástico PET incorporado, Dando como aceptable por la norma.

Por su parte, ante una necesidad de comparación, Flores y Vásquez (2020) en su investigación planteo como objetivo general estimar el efecto del análisis de los antecedentes acerca de las características del ladrillo convencional adicionado con material PET. Se empleó la metodología tipo básica no experimental. Obteniendo un resultado de una producción anterior comprobando que solo el 30% abarcaba estudios de las propiedades de variabilidad dimensional; de alabeo solo fue el 40% y como último el 40 % de absorción, dando como resultado el 100% del análisis de la investigación. Se dio como resultado que solo el 70% de las investigaciones examinadas cumplen con la NTP E.070.

Entre los antecedentes regionales: Flores (2022) en su tesis expuso como objetivo principal establecer las propiedades física mecánica al añadir tereftalato de polietileno en la elaboración de ladrillos de concreto. Empleó una metodología aplicada. Como resultado se obtuvo las resistencias de compresión a 176 kg/cm<sup>2</sup>, 172 kg/cm<sup>2</sup> y 166 kg/cm<sup>2</sup>, 6%, 8% y 10% de adición de fibras pet. En resistencia a la compresión de los ladrillos es de 208.20 kg/cm<sup>2</sup>, y con la adición en porcentaje antes mencionado de fibras de pet, fue de 201 kg/cm<sup>2</sup>, 196 kg/cm<sup>2</sup> y 190 kg/cm<sup>2</sup> en el orden dado. El porcentaje de absorción de 6%, 8% y 10% de fibras de PET dio 10.14%, 9.70% y 9.35% respectivamente. Se estableció que los ladrillos de concreto en la variación dimensional no excedan su valor de 4 mm de alabeo, siendo el máximo valor de 2.18 mm. Dando como resultado la clasificación del ladrillo como tipo IV por las propiedades físicas y mecánicas

Entre los antecedentes locales tenemos: Abal y Medina (2019) con su estudio, planteó como objetivo principal probar la influencia de los aditivos químicos y el polietileno tereftalato triturado en la elaboración de ladrillos artesanales de cemento. Para esta investigación se destinó la metodología aplicada de tipo experimental. Se dio como resultado 3 dosificaciones

reconocer la muestra patrón, adquiriendo para el 53.30 kg/cm<sup>2</sup>, Dando el comienzo de la incorporación de tereftalato de polietileno triturado con una dosificación de 20%, 40% y 55%, donde el 20% se reduce su resistencia a la compresión a 47.70 kg/cm<sup>2</sup>. Se dio como resultado que añadiendo 5% de aditivo plastificante y 20% pet, se obtiene una mejoría a la resistencia a la compresión, obteniendo un 63.50 kg/cm<sup>2</sup> y en su absorción demuestra a través de 4 muestras ensayadas con porcentajes de PET de 0%, 12.5% 25% y 37,5% donde llega a cumplir con el porcentaje de humedad para mampostería de peso regular y máximo, ya que tiene un rango menor de 12% y 15%.

Por otro lado, es importante tener conocimientos básicos sobre el tereftalato de polietileno, por ello Silva et. al (2018) afirma que el tereftalato de polietileno en su forma más pura, es un elemento vítreo, amorfo, y bajo la influencia de modificaciones directas como los aditivos, desarrolla cristalinidad. Así mismo Patiño (2020) en su investigación, Describe al pet con una resistencia a alto desgaste y resistencia a la corrosión, teniendo una rigidez elevada, resistencia y propiedades térmicas, también teniendo desplazamiento y dureza a la superficie, buen aislante eléctrico y estabilidad dimensional.

Igualmente es importante tener conocimiento básico sobre el ladrillo decorativo. Dueñas (2020), nos indica que existen 5 tipos de ladrillos en la Norma E.070, siendo el Tipo I el que tiene muy baja durabilidad y resistencia y mayormente son recomendable para zonas con exigencia de cargas mínimo.

Los ladrillos decorativos presentan un diseño diferente a los convencionales, son utilizados en paredes internas y tiene un lugar de decoración en la vivienda. Esta clase de ladrillos son ideales para crear cobogós, debido al diseño que presenta, lo que permite el paso de luz y ventilación, además son ideales para el confort térmico en regiones más cálidas.

Para el desarrollo del proyecto, es muy importante tener conocimientos conceptuales que forman parte del estudio. Se detallarán los conceptos

básicos del contenido de las variables a estudiar en la presente investigación, se consideraron dos variables: Con respecto a la variable independiente, ladrillo decorativo de tereftalato de polietileno, para Quintero (2016), el tereftalato de polietileno es un modelo de plástico que tiene como uso principal la fabricación de envases. Es un polímero que viene de una respuesta de la policondensación, así como el etilenglicol y el ácido tereftálico, que están incluidos dentro del grupo de los poliésteres. Por su parte Hachi y Rodríguez (2019), definen al pet como un material que se caracteriza por ser ligero y resistente a la compresión, que contiene el olor y sabor de los diferentes alimentos, tiene una barrera anti gas, y es totalmente reciclable y de alta calidad.

La variable independiente presenta la dimensión: Propiedades físicas, el cual tiene como indicador peso volumétrico y densidad.

Así mismo, tenemos la variable dependiente: Características físico mecánicas, el cual tiene como primera dimensión: Propiedades físicas, la cual se tiene como indicador variación dimensional, alabeo y absorción. Pérez (2021) define la variación dimensional como la realización de las medidas de los especímenes tanto en el largo, alto y ancho, comparado con las dimensiones de fabricación, para poder definir las características de su fabricación referente a la Norma.

E-070.Añasco (2022) en su investigación nos dice que el alabeo es el desgaste de los ladrillos de albañilería debido a su fabricación sea por las dimensiones o almacenamiento. De igual manera Avilés y Carrasco (2020) afirma el ensayo de alabeo establece la simetría de cada lado del ladrillo para identificar si presenta irregularidades, determinando si son cóncavas o convexas

En relación a la definición de la absorción, Bazán (2021) se refiere al ensayo de absorción como la porción de material líquido que puede ser penetrado en los poros permeables de los materiales a las 2 horas que llevan sumergidos en el agua. Existe un vínculo entre la absorción, con la absorción máxima del bloque, donde afirma que el coeficiente de saturación sea

superior, mayor será el agua concentrada por la muestra y disminuirá su resistencia al aire libre. (Cuayla, 2022)

Como segunda dimensión: Propiedades mecánicas, la cual tiene como indicadores: resistencia a la compresión de la unidad de albañilería

En relación a la compresión de las unidades de albañilería. Sencico (2005) expresa que esta prueba se realiza aplicando una velocidad entre los cabezales de la máquina o a una velocidad controlada de forma que entre 3 a 5 minutos llegue a la rotura sobre las unidades de carga vertical.

### **III. METODOLOGÍA:**

Como metodología planteada en esta investigación, se presenta un enfoque cuantitativo. Se basa en la recolección de datos, se basa en la valoración de las variables contenidas en las hipótesis. Dicha recopilación se efectúa aplicando métodos establecidos por una colectividad científica. Hernández, Baptista y Fernández (2014).

El desarrollo de la investigación se culmina en las evaluaciones numéricas. Usando las observaciones del desarrollo y dando la forma de recopilación de datos y análisis logrando responder las interrogantes de la investigación. Esta metodología emplea un análisis estadístico.

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de Investigación**

Este proyecto, será una investigación aplicada. Este tipo de investigación es calificada por tener determinantes definidos, quiere decir que se investiga para mejorar, convertir y sobre todo actuar para generar cambios en una zona de la realidad. Morales, Maquera y Herrera (2020)

En su mayoría las los estudios son de tipo aplicada y son muy fructuosas por su finalidad de llevar a cabo análisis variados que faciliten el amplificar los conocimientos actuales, mediante la

implementación de nuevas alternativas, los resultados obtenidos serán más precisos y confiables en la actualidad” (Baena, 2014, p.11).

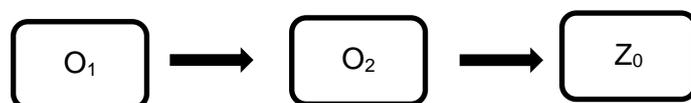
Utilizando la definición antes mencionada, los estudios fueron de tipo aplicada, ya que pretendió realizar la mejora de las propiedades físico mecánicas del ladrillo decorativo incorporando el PET reciclado. De igual manera, la resistencia a la compresión, variación dimensiona, absorción y alabeo tuvieron sus ensayos respectivos en un laboratorio.

### 3.1.2. Diseño de Investigación

La actual investigación presentara un diseño de investigación experimental, Álvarez (2020) nos dice que esta investigación se efectúa cuando los datos son adquiridos por la observación de los hechos limitados por el autor, donde dirige una variable y permanece la respuesta de la otra variable.

La investigación experimental se diferencia por el manejo intencionado hacia la variable independiente y cómo ésta impacta a la variable dependiente.

Fernández et. al. (2011) dice que es aquella investigación que pone a prueba una hipótesis, operando una variable independiente donde no se aplican las unidades de investigación fortuitamente a los grupos. De igual forma, Ezcurra, Fernández y Henostroza (2019) afirma en su tesis que esta metodología analiza el estudio de un grupo de control y de un género empírico; no requiere la asignación aleatoria de los sujetos a uno u otro grupo, sino más bien de grupos hechos. (pp. 47)



$O_1$  = Variable Independiente 1: Ladrillo decorativo de Tereftalato de Polietileno

$O_2$  = Variable Independiente 2: Características físico mecánicas

$Z_0$  = Resultados de los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo decorativo de tereftalato de polietileno.

### 3.1. Variables y Operacionalización

#### 3.2.1. Variable Independiente: Ladrillo decorativo de Tereftalato de Polietileno

La variable independiente es responsable de la variable dependiente, y está el supuesto efecto. Son aquellas que son manipuladas por el autor, para describir el objeto de estudio dentro de la investigación. (Espinoza, 2018. 44 pp.)

- **Definición conceptual:** El tereftalato de polietileno es un elemento de poliéster donde se emplea habitualmente para fabricar recipientes de bebidas, productos farmacéuticos y fibras. (Loganayagan et.al, 2021).

Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resaltar su belleza, sin necesidad de recubrirlo ni pintarlo. Además de la estética, los ladrillos decorativos aportan una gran resistencia y durabilidad. (Promart, 2020)

- **Definición operacional:** El tereftalato de polietileno será obtenido mediante la recolección de botellas de plástico (pet), para luego ser triturado manualmente a 1 cm (3/8"). Teniendo el material preparado y tamizado, se mezcla 70% pet con 30% aceite en la olla de fundición a 140°C, para posteriormente batirlo hasta eliminar grumos, luego se vierte en los moldes de ladrillos decorativos de acero y se corta los alveolos característicos de este ladrillo. Se utilizará moldes con dimensiones específicas de 20x20x10.

- **Dimensiones:** Propiedades Físicas
- **Indicadores:** Para propiedades físicas, se tiene como indicadores peso volumétrico y densidad.
- **Escala de medición:** se realizará con la escala razón

### 3.2.2. Variable Dependiente: Características físico mecánicas

Se dice que la variable dependiente, tiene una acción que se altera según su variable independiente. Establecen el impacto que origina los resultados de la investigación. Tiene una acción que se altera según su variable independiente (Espinoza, 2018. 44.pp)

- **Definición conceptual:** Las propiedades mecánicas se refiere que tiene la capacidad de resistir acciones de cargas de esta manera se sabe que las cargas o fuerzas actúan brevemente porque poseen carácter de choque. (Arroyo, 2019). Amira et. al (2023) se refiere a las propiedades físicas como aquella que se realiza en base a la forma, tamaño, color, contracción y densidad del ladrillo.
- **Definición operacional:** Se analizarán los ladrillos decorativos que contienen tereftalato de polietileno para determinar sus propiedades mecánicas y físicas. Se tomará registro de las variaciones dimensionales, alabeo, absorción y prueba de resistencia a la compresión, todo en base a lo establecido en la norma E 070.
- **Dimensiones:** Las dimensiones planteadas para la variable independiente serán: propiedades físicas y propiedades mecánicas.
- **Indicadores:** Para propiedades físicas será: absorción, variación dimensional y alabeo en las propiedades mecánicas: Resistencia a la compresión.
- **Escala de medición:** se realizará con escala razón

### **3.2. Población (criterios de selección), Muestra, muestreo y unidad de análisis**

#### **3.3.1. Población:**

Es el conjunto de sucesos que constituyen una sucesión de definición, es decir es una agrupación de individuos u objetos a quien se busca incluir alguna cosa en una investigación (Ccoscco y De la Cruz. pp.38)

La población estará compuesta por los ladrillos decorativos de tereftalato de polietileno, estos requieren las medidas de la unidad de albañilería estándar de dimensiones 20cm x 20cm x 10cm.

**Criterios de inclusión:** Demuestra que el criterio de inclusión al igual que el de exclusión deben ajustarse obligatoriamente con la interrogante de investigación e igualmente de los objetivos presentados. Fernández y Enríquez (2020, p.91).

Serán aquellos ladrillos que desempeñen correctamente de acuerdo a las propiedades físicas y mecánicas establecidas por la norma E070

**Criterios de exclusión:** Serán aquellos ladrillos que no cumplan con las propiedades físicas y mecánicas establecidas por la norma e070.

#### **3.3.2. Muestra**

López (2020) afirma que la muestra es una parte de la población en donde se desarrollará la investigación. Existen métodos para determinar los componentes de la muestra como fórmulas, lógica.

Para la presente investigación la muestra seleccionada, será de un total de 5 ladrillos decorativos de tereftalato de polietileno, De estas muestras, 5 se utilizarán para la prueba de variación dimensional, 5 para la prueba de alabeo y 5 para la prueba de absorción. Para el ensayo de compresión, se utilizarán 5 ladrillos de muestra. Se

llevaron a cabo los diferentes ensayos según la normativa E070 albañilería, donde especifica los ensayos de variación dimensional, absorción, alabeo y resistencia a la compresión para los ladrillos

**Tabla N° 01: Reconocimiento de muestras a utilizar**

<b>Muestras</b>	Ladrillos decorativo con tereftalato de polietileno
-----------------	---

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Tabla N° 02: Matriz de muestra**

	<b>Ensayo</b>	<b>TOTAL</b>
<b>LADRILLO DECORATIVO</b>	Variación dimensional	5
	Alabeo	5
	Absorción	5
	Resistencia a la compresión	5
		5

**Fuente:** *Elaboración propia*

### 3.3.3. Muestreo:

Hernández et al. (2014) afirman que la selección de eventos adecuados en función del planteamiento del problema es lo que se conoce como muestreo, y dependerá del tipo de muestreo que se emplee. En la mayoría de las investigaciones experimentales, se prefieren las muestras dirigidas, ya que gestionar grupos grandes puede ser desafiante. Solo en circunstancias excepcionales se recurre a muestras probabilísticas. En otras palabras, se refiere a un subconjunto de la población en el que la elección de los elementos se fundamenta en las necesidades específicas de la investigación, en lugar de la probabilidad. De acuerdo con los principios de esta investigación, se utilizará un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido que las muestras se seleccionarán

previamente a su prueba en función de las necesidades del investigador. Esto siempre y cuando la muestra cumpla con todas las características previamente mencionadas y esté en conformidad con las normativas actuales

#### **3.3.4. Unidad de análisis**

Como unidad a analizar en este proyecto se tendrán los ladrillos decorativos con tereftalato de polietileno los cuales hayan sido seleccionados cumpliendo los criterios de inclusión y exclusión.

### **3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

#### **3.4.1. Técnicas de recolección de datos**

En la recolección de datos en la presente investigación, la técnica empleada será la observación.

Se define esta técnica de observación basada en la recolección de referencias examinada por la investigación de cada momento dado mientras se realiza la investigación. (Arias, 2020, p.27)

#### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Se empleará una ficha de recolección de datos, que serán obtenidas en los ensayos de laboratorio, entre los cuales estarán fichas de estudio de las propiedades físicas de los ladrillos, el cual contendrá ensayos de absorción, variación dimensional y alabeo. También una fichas de estudio de las propiedades mecánicas de los ladrillos, el cual contendrá ensayos de resistencia a la compresión.

**Tabla N° 03: Instrumentos empleados**

<b>ENSAYOS</b>	<b>NORMA</b>	<b>PROTOCOLOS</b>
Variación Dimensional	NTP 399.604. y 399.613	Anexo N° 04
Alabeo	NTP 399.604. y 399.613	Anexo N° 05
Absorción	NTP 399.604. y 399.613	Anexo N° 06
Resistencia a la compresión	NTP 399.604. y 399.613	Anexo N° 07

*Fuente: Elaboración propia*

### **3.4.3 Validez y Confiabilidad**

La validez de un estudio de investigación se refiere cuando no posee errores o tiene en mayor magnitud a la verdad, esto habiendo sido determinado mediante un análisis de sesgo, tipo de diseño de investigación.

La presente investigación no requiere de validaciones externas debido a la existencia de formatos estandarizados en la Norma técnica Peruana E 070 “Albañilería” y la Normativa 399.613 y 399.604.

Para brindar la validez y confiabilidad a la investigación, los datos recolectados serán en el laboratorio de acuerdo lo establecido en las normativas señaladas.

### **3.4. Procedimientos:**

#### **A) Materiales y herramientas**

**Olla de fundición:** Se utilizó para realizar la fundición y combinación de los materiales, una olla de fundición a base de acero de 5 mm con medidas 30x30x22 cm con tapa.

**Plástico de tereftalato de polietileno:** Las muestras de plástico fueron de 3/8” aproximadamente 1cm, limpias de residuos

**Molde del ladrillo:** Se realizaron 2 moldes de acero con una medida de 20x20x13 cm

**Aceite:** El aceite suelto fue de grado 50 para la combinación del plástico y el desmoldado del ladrillo de plástico

**Taza medidora:** Se utilizó para poner medir las cantidades de plástico y aceite.

**Martillo de Goma:** Se le dio el uso para realizar unos 10 a 15 golpes a los costados del molde ya vertido.

**Guantes de calor:** Se utilizó para poder manejar la olla de fundición y el molde del ladrillo.

**Mandil descarnado para soldador:** Ayudo en la protección de las posibles quemaduras durante la fundición del plástico y el aceite.

**Lentes de protección:** Ayudo a evitar posibles salpicaduras durante el vaciado de plástico

**Mascarilla:** Para reducir la inhalación de los gases o vapores tóxicos durante la fundición del plástico.

**Mezclador:** Se utilizó para mezclar uniformemente el plástico con el aceite haciendo su consistencia más líquida.

**Cocina industrial de una hornilla:** Fue utilizada para el calentamiento de la olla de fundición a unos 140°C.

**Cortadora de madera:** Se utilizó para el corte a medida del ladrillo decorativo de pet.

## **B) Proceso de la elaboración de muestras de ladrillo decorativo PET:**

El proceso de elaboración de ladrillos decorativos con tereftalato de polietileno, inicio con la recolección de botellas de plástico pet, una vez recolectadas se procedió a su selección y la limpieza del material para eliminar cualquier resto de partícula ajena a este. Teniendo listo el material pet, se procede al triturado de forma manual con un dimensión de 3/8", y pasado por una malla, para verificar su tamaño, en caso el material quede retenido en la malla, se tiene que volver a triturar, para de esa forma se mantenga un tamaño homogéneo entre el material.

Para el proceso de fundición del plástico, se calienta la olla de fundición de medidas 30x30x22cm, mediante la cocina industrial de una hornilla a una temperatura constante de 140° C alrededor de 5 min con la tapa cerrada para un mejor calentamiento. Pasado el tiempo establecido, se vierte en la olla, el plástico pet triturado en una proporción de 70% que sería 2.990 kg y 30% del peso en aceite, que sería 2.800ml

Se deja fundir la mezcla alrededor de 20 min, controlando que este a una temperatura de 140°C. Pasado este tiempo, se procede a batir con un mezclador y un taladro constantemente para que no quede grumos en su interior y obtener una mezcla homogénea. Después de mezclar se procedió a engrasar el molde del ladrillo y verter la mezcla dentro del mismo, finalmente al molde se le dio pequeños golpes con el martillo de goma. Se dejó reposar durante 24h a temperatura ambiente para que pueda llegar a su consistencia y sin ninguna variación. Después se realizó el desmoldado y llevado a una cortadora de madera para poder llevar a su diseño de 20x20x10 y finalmente poder realizar unos 4 orificios de 5cm de diámetro con moladora y una sierra copa para madera.

### **C) Procesamiento de ensayos en laboratorio:**

Para identificar las características físicas y mecánicas, se adoptó el método descrito en las normas técnicas 399.613 y 399.604. Estas normas definen los procedimientos de prueba que se implementaron en este estudio. Se utilizó una máquina de prueba uniaxial para evaluar la resistencia a la compresión del ladrillo decorativo de tereftalato de polietileno, utilizando muestras representativas de 20x20x10cm.

#### **Ensayo de Variación dimensional:**

Para el ensayo será necesario el uso de un vernier, en este caso se llevará a cabo el procedimiento, con las 5 muestras elaboradas, se procederá a realizar mediciones de longitud, largo y ancho de cada una de las muestras, la cuales serán en la zona central de cada una de sus

longitudes, de esta manera de tomar registro y las muestras podrán ser empleadas en los otros ensayos.

### **Ensayo de alabeo**

El ensayo de alabeo se realiza según lo que establece la NTP 399.613 tomando una muestra representativa de ladrillos y midiendo la diferencia entre las caras opuestas del ladrillo. Se coloca el ladrillo sobre una superficie plana y se utiliza una regla para medir diagonalmente la separación entre la cara convexa y la superficie de apoyo. Esta medición se compara con los estándares y especificaciones de la industria para establecer si el ladrillo cumple con los parámetros mínimos.

### **Ensayo de absorción**

Para este ensayo se requerirá de una balanza con una carga no menor a 2000g. Así mismo el tipo de sumergimiento será de 5 y 24 horas, así mismo se sumergirá el espécimen secado y enfriado, sin inmersiones previas, se empleará agua potable, posteriormente al tiempo controlado se retirará, seca y deberán ser pesados dentro de los 5 min siguientes. Posteriormente se tomará registro y los cálculos de acorde a las fórmulas planteadas en la NTP 399.613.

### **Ensayo de compresión de unidad de albañilería**

Se efectuará según establece la norma E070 y NTP 399.604. La muestra de albañilería se coloca en una máquina de ensayo de compresión axial. La máquina aplica una carga gradual y continua a la muestra en la dirección vertical, simétrica con respecto al eje de carga. La carga se aplica a la muestra hasta que se produce la falla o rotura de la estructura de albañilería. Durante el ensayo, se registran los valores de carga y deformación.

## **3.5. Método de análisis de datos**

En el proyecto se llevará a cabo la recolección de los datos alcanzados en los ensayos realizados a los ladrillos decorativos con tereftalato de

polietileno, es por ello que se empleó un análisis descriptivo. Se emplearon métodos estadísticos lo que nos permitirá promediar los resultados para realizar la comparación y posterior a una conclusión.

Mediante el programa Microsoft Excel, se desarrollará el análisis de la comparación de los resultados conseguidos con lo establecido en la normativa.

### **3.6. Aspectos Éticos**

Los aspectos éticos empleados durante el desarrollo de la investigación están regidos por el Código de Ética de la Universidad César Vallejo.

Dentro del Código de Ética implementado por la casa de estudios, la Universidad César Vallejo, estipula que las investigaciones deben ser originales, sancionando a aquellos que cometan cualquier tipo de plagio o cualquier acto fuera de los parámetros establecidos.

#### IV. RESULTADOS

##### Propiedades físicas del ladrillo de tereftalato de polietileno

##### a) Densidad de los ladrillos:

*Tabla N°4: Masa de ladrillo decorativo de pet y arcilla*

TIPO	Muestras	Peso (Kg)	Masa (Kg)
TEREFTALATO DE POLIETILENO	M-1	3.010	0.307
	M-2	2.942	0.300
	M-3	2.909	0.297
	M-4	3.081	0.314
	M-5	2.905	0.296
ARCILLA	M-1	3.628	0.370
	M-2	3.365	0.343
	M-3	3.631	0.370

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla N°5: Volúmenes de ladrillo decorativo de pet y arcilla*

TIPO	MUESTRAS	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen solido (m3)
TEREFTALATO DE POLIETILENO	M-1	0.201	0.202	0.101	0.00412
	M-2	0.201	0.201	0.100	0.00406
	M-3	0.202	0.201	0.100	0.00406
	M-4	0.202	0.201	0.101	0.00410
	M-5	0.201	0.202	0.100	0.00406
ARCILLA	M-1	0.200	0.202	0.121	0.00490
	M-2	0.200	0.202	0.123	0.00495
	M-3	0.200	0.202	0.123	0.00498

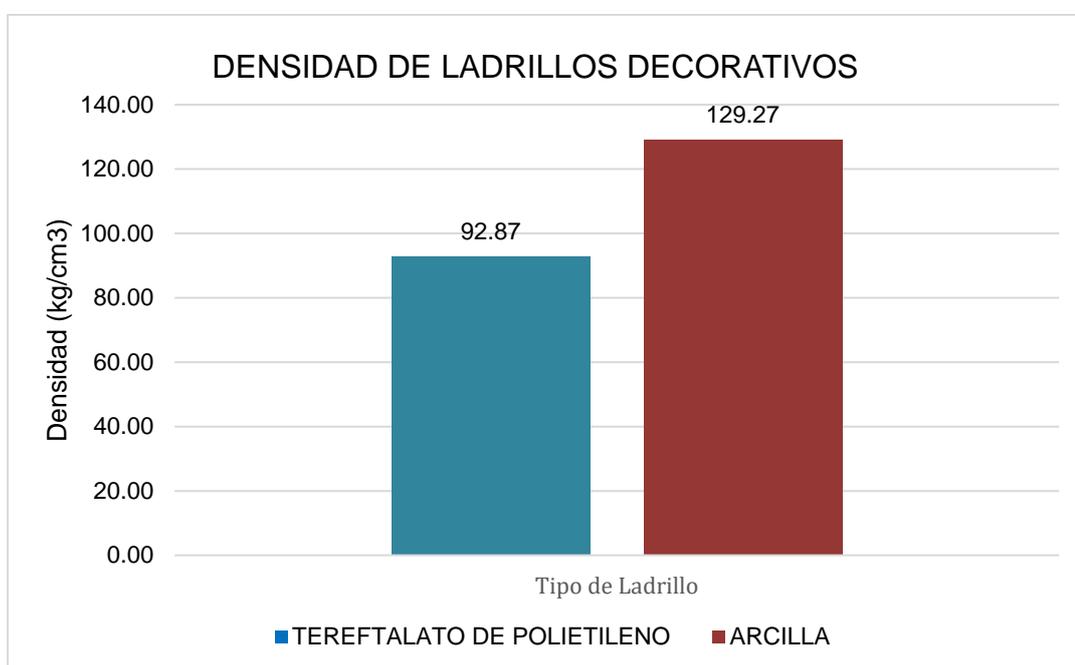
*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla N°6: Densidad de ladrillos decorativos pet y de arcilla**

	Peso (Kg*m/s)	masa (Kg)	Volumen (m3)	Densidad del ladrillo (Kg/m3)	Promedio (Kg/m3)
M-1	3.010	0.307	0.0037	82.34	
M-2	2.942	0.300	0.0031	96.13	
M-3	2.909	0.297	0.0031	95.20	92.87
M-4	3.081	0.314	0.0032	98.28	
M-5	2.905	0.296	0.0032	92.40	
M-1	3.628	0.370	0.0027	135.01	
M-2	3.365	0.343	0.0028	121.46	129.27
M-3	3.631	0.370	0.0028	131.33	

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 01: Densidad en ladrillos decorativos pet y de arcilla**



**Fuente:** Elaboración propia

**INTERPRETACIÓN:** Se ensayaron 5 muestras de unidades de ladrillo decorativo con pet reciclado y 3 unidades de ladrillos decorativos de arcilla a forma de comparación. De los ladrillos decorativos pet, se obtuvo una densidad promedio de 92.87kg/cm<sup>2</sup> y los ladrillos de arcilla obtuvieron una densidad de 129.27kg/cm<sup>2</sup>

**Objetivo Específico 01: Especificar los resultados del ensayo de variación dimensional de los ladrillos decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET)**

El ensayo de variación dimensional es una prueba que se realiza en los ladrillos para evaluar la variabilidad dimensional de cada unidad. Se evalúa de manera individual para el largo, ancho y altura debido a que no tienen las mismas dimensiones.

El ensayo de variación dimensional se les realizará a las unidades de ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno y ladrillos decorativos de arcilla para poder obtener el porcentaje comparativo

**Evidencia Fotográfica**

**Figura N° 1:** Fabricación de ladrillo decorativo pet



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 2:** Ensayo de variación dimensional



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 7: Ensayo de variación dimensional en unidades de ladrillos decorativos pet**

DESCRIPCIÓN	LONGITUD (mm)					ANCHO (mm)					ALTO (m)				
	L-1	L-2	L-3	L-4	L-P	A-1	A-2	A-3	A-4	A-P	H-1	H-2	H-3	H-4	H-P
<b>M-1</b>	201.0	201.3	201.8	201.6	201.42	202.0	202.2	201.8	202.4	202.09	100.9	99.2	101.2	103.3	101.15
<b>M-2</b>	199.4	202.1	201.5	201.5	201.13	201.1	201.3	201.5	201.7	201.38	100.1	101.4	99.6	99.8	100.23
<b>M-3</b>	201.8	202.3	201.3	200.7	201.52	200.8	201.3	200.9	201.2	201.02	100.2	100.4	100.0	100.5	100.27
<b>M-4</b>	201.5	200.9	201.9	202.3	201.66	199.7	200.9	201.8	201.4	200.93	100.1	100.7	103.4	100.6	101.20
<b>M-5</b>	201.4	200.0	202.0	201.3	201.19	202.3	200.6	202.1	201.4	201.59	100.2	99.5	99.9	101.2	100.20
				Dp	201.39				Dp	201.4				Dp	100.61
				De	200				De	200				De	100
				V (%)	-0.69				V (%)	-0.7				V (%)	-0.61

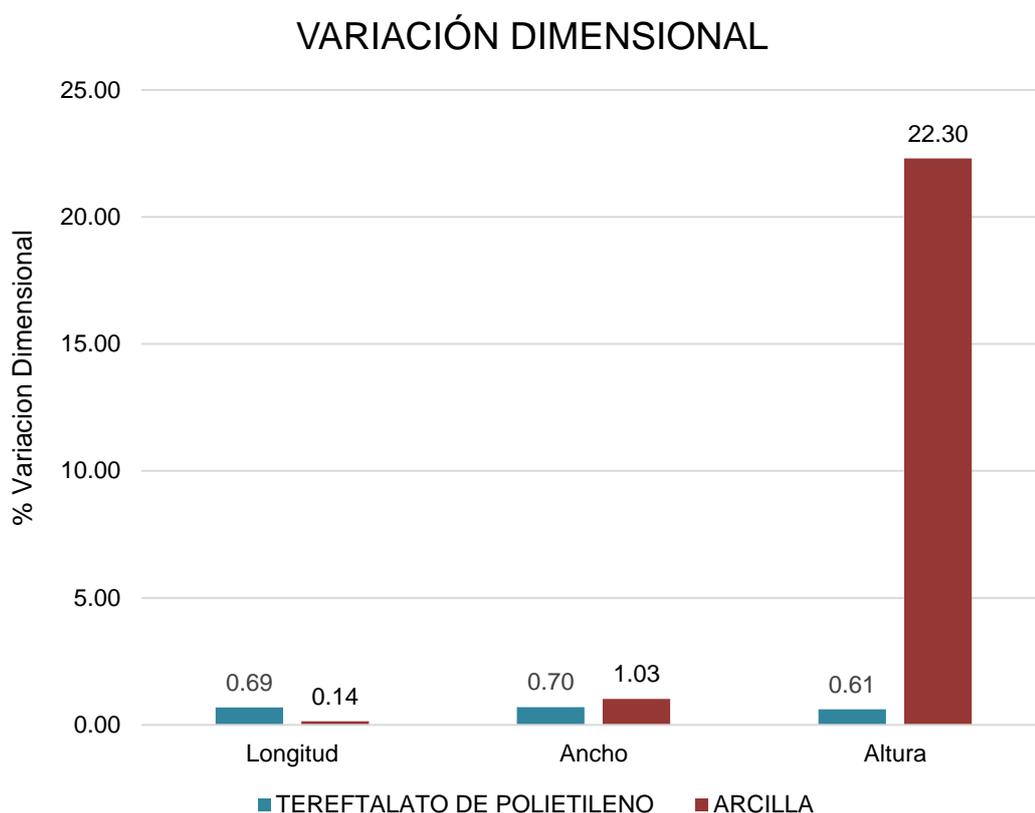
**Fuente:** Informe de evaluación del ensayo (Anexo N° 04.02.01)

**Tabla N° 8:** Ensayo de variación dimensional en unidades de ladrillos decorativos de arcilla

DESCRIPCIÓN	LONGITUD (mm)					ANCHO (mm)					ALTO (m)				
	L-1	L-2	L-3	L-4	L-P	A-1	A-2	A-3	A-4	A-P	H-1	H-2	H-3	H-4	H-P
<b>M-1</b>	198.2	198.9	199.2	202.5	199.70	204.0	202.6	203.0	199.2	202.21	121.8	121.0	121.9	120.7	121.35
<b>M-2</b>	198.9	198.7	199.5	202.3	199.86	202.5	203.3	202.9	199.8	202.12	120.8	120.9	123.2	125.3	122.54
<b>M-3</b>	198.2	199.3	202.1	202.1	200.42	205.8	202.9	199.4	199.3	201.83	122.9	122.6	122.1	124.5	123.03
				Dp	199.99				Dp	202.05				Dp	122.31
				De	200.00				De	200.00				De	100.00
				V (%)	0.0				V (%)	-1.03				V (%)	-22.31

**Fuente:** Informe de evaluación del ensayo (Anexo N° 04.02.01)

**Gráfico N°2:** Ensayo de variación dimensional en ladrillos decorativos pet y de arcilla



**Fuente:** Elaboración propia

**INTERPRETACIÓN:** Para el ensayo de variación dimensional, se emplearon 5 muestras de unidades de ladrillo decorativo con pet reciclado y 3 unidades de ladrillos decorativos de arcilla en forma de comparación. De los ladrillos decorativos pet, se obtuvo una variación dimensional en longitud de 0.69%, variación dimensional el ancho de 0.70% y en altura de 0.61%. Para los ladrillos decorativos de arcilla, se tuvieron los resultados de variación dimensional en longitud de 0.14%, variación dimensional el ancho de 1.03% y en altura de 22.30%.

## **Objetivo Específico 02: Evaluar los resultados del ensayo de alabeo de los ladrillos decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET)**

El ensayo de alabeo es una prueba que se realiza en los ladrillos para evaluar la variabilidad de la forma de cada unidad. El alabeo es la concavidad o convexidad del ladrillo. La prueba se realiza para medir la variabilidad del alabeo en cada unidad, lo que se evalúa de manera individual para el largo, ancho y altura debido a que no tienen las mismas dimensiones.

El ensayo de alabeo se les realizará a las unidades de ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno y ladrillos decorativos de arcilla para poder obtener el porcentaje comparativo

### **Evidencia Fotográfica**

**Figura N°3:** Ensayo de alabeo de los ladrillos



**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 9: Ensayo de alabeo en ladrillos decorativos pet**

DESCRIPCIÓN	Cara A		Cara B	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	0	0	1	0
M-02	0	1	0	0
M-03	0	0	0	1
M-04	0	0	0	0
M-05	1	0	0	0
<b>PROMEDIO</b>	0.10	0.10	0.20	0.10
<b>Cóncavo: 0.15 mm</b>		<b>Convexo: 0.10mm</b>		

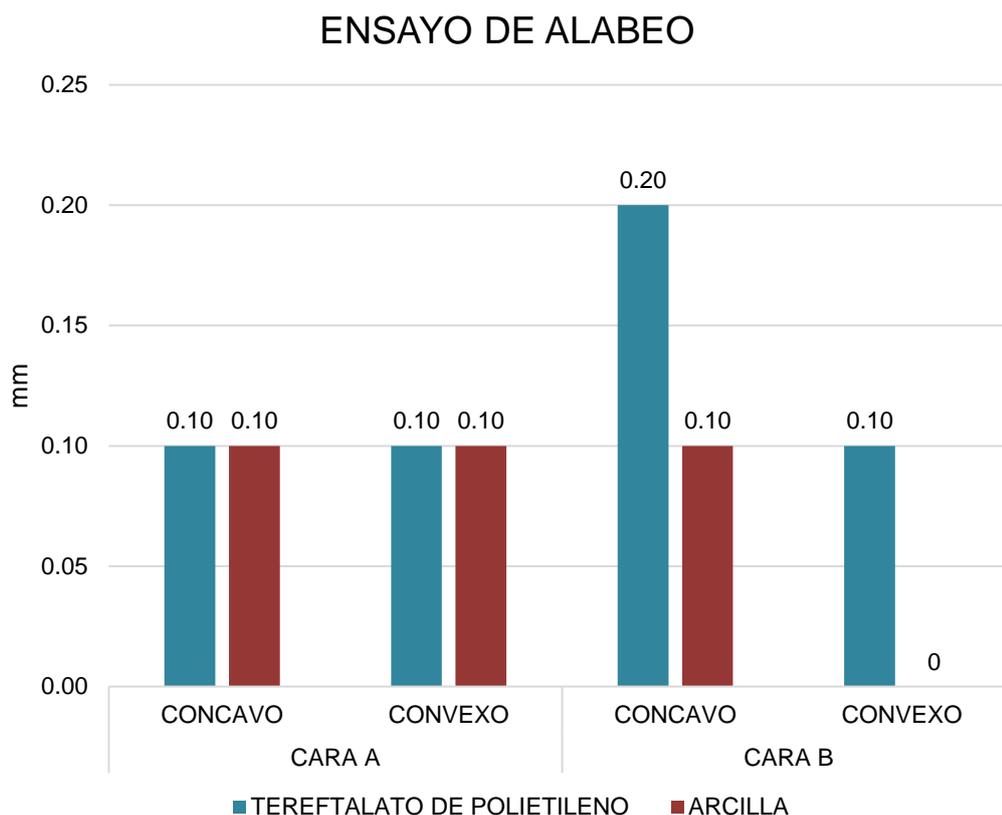
*Fuente: Informe de evaluación del ensayo (Anexo N° 04.02.03)*

**Tabla N°10: Ensayo de alabeo en unidades de ladrillos de arcilla**

DESCRIPCIÓN	Cara A		Cara B	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	0	0	1	0
M-02	0	1	0	0
M-03	0	0	0	1
<b>PROMEDIO</b>	0.10	0.10	0.10	0.00
<b>Cóncavo: 0.10 mm</b>		<b>Convexo: 0.05mm</b>		

*Fuente: Informe de evaluación del ensayo (Anexo N° 04.02.03)*

**Gráfico N°3.** Ensayo de alabeo en ladrillos pet y de arcilla



**Fuente:** Elaboración propia.

### INTERPRETACIÓN:

Para el ensayo de alabeo, se emplearon 5 muestras de unidades de ladrillo decorativo con pet reciclado y 3 unidades de ladrillos decorativos de arcilla en forma de comparación. De los ladrillos decorativos pet, se obtuvo un alabeo en la cara A, cóncavo de 0.10mm y convexo de 0.10mm y en la cara B, cóncavo de 0.20mm y convexo de 0.10 mm. Para los ladrillos decorativos de arcilla, se tuvieron los resultados de alabeo en la cara A, cóncavo de 0.10mm y convexo de 0.10mm y en la cara B, cóncavo de 0.10mm y convexo de 0 mm

**Objetivo Específico 03: Evaluar los resultados del ensayo de Absorción de los ladrillos decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET)**

El ensayo de absorción de agua en ladrillos es una prueba que se realiza para evaluar la capacidad de absorción de agua de cada unidad. La prueba se realiza sumergiendo el ladrillo en agua durante un período determinado y luego midiendo la cantidad de agua absorbida por el ladrillo.

El ensayo de absorción se les realizará a las unidades de ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno y ladrillos decorativos de arcilla para poder obtener el porcentaje comparativo

**Evidencia Fotográfica**

**Figura N°4: Muestras para el Ensayo de Absorción**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N°11: Ensayo de absorción en unidades de ladrillos decorativos pet**

DESCRIPCIÓN	PESO SECO (KG)	PESO SATURADO (KG)	ABSORCIÓN (%)	ABSORCIÓN PROMEDIO (%)
M-01	3.010	3.024	0.47	
M-02	2.942	2.955	0.44	
M-03	2.909	2.917	0.28	0.49
M-04	3.081	3.107	0.84	
M-05	2.905	2.918	0.45	

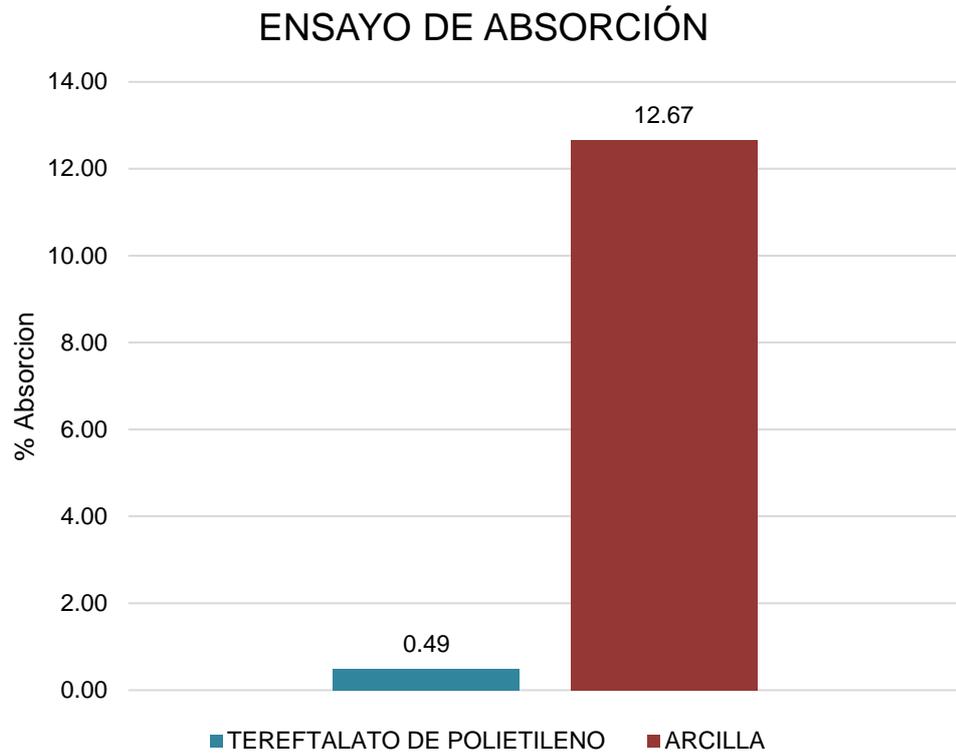
**Fuente:** Informe de evaluación del ensayo (Anexo N° 04.02.03)

**Tabla N°12: Ensayo de absorción en unidades de ladrillos decorativos de arcilla**

DESCRIPCIÓN	PESO SECO (KG)	PESO SATURADO (KG)	ABSORCIÓN (%)	ABSORCIÓN PROMEDIO (%)
M-1	3.628	4.090	12.73	
M-2	3.365	3.786	12.51	12.67
M-3	3.631	4.095	12.77	

**Fuente:** Informe de evaluación del ensayo (Anexo N° 04.02.03)

**Gráfico N°4.** Ensayo de absorción en ladrillos pet y de arcilla



**Fuente:** Elaboración propia.

**INTERPRETACIÓN:**

Para el ensayo de alabeo, se emplearon 5 muestras de unidades de ladrillo decorativo con pet reciclado y 3 unidades de ladrillos decorativos de arcilla en forma de comparación. De los ladrillos decorativos pet, se obtuvo como resultado una absorción de 0.49% y para los ladrillos decorativos de arcilla, se tuvieron los resultados de absorción de 12.67%

**Objetivo Específico 04: Especificar los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los ladrillos decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET)**

El ensayo de resistencia a la compresión en ladrillos es realizado para cuantificar la capacidad de un ladrillo para soportar cargas. La prueba se realiza ejerciendo un esfuerzo axial de compresión en dirección vertical a la tabla o cara mayor del ladrillo.

El ensayo de resistencia a la compresión se les realizará a las unidades de ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno y ladrillos decorativos de arcilla para poder obtener el porcentaje comparativo

**Evidencia Fotográfica**

**Figura N°5:** Ensayo de resistencia a la compresión de los ladrillos



**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N°13.** Características Geométricas de los ladrillos decorativos pet

IDENTIFICACIÓN ESPÉCIMEN	DIMENSIONES (mm)			ÁREA	
	L	A	H	BRUTA	NETA
MUESTRA 1	201	202	100.9	406	314
MUESTRA 2	201.4	202.3	100.2	408	314
MUESTRA 3	200.9	200.9	100.7	404	309
MUESTRA 4	201.3	200.9	100	404	318
MUESTRA 5	201.5	201.7	99.8	406	320
<b>PROMEDIO</b>	<b>201.2</b>	<b>201.5</b>	<b>100.3</b>	<b>406</b>	<b>315</b>

**Fuente:** Informe de evaluación del ensayo (Anexo N° 04.02.04)

**Tabla N°14:** Área de vacíos de ladrillos decorativos pet

IDENTIFICACIÓN ESPÉCIMEN	VOLUMEN (cm3)		ÁREA DE VACÍOS
	VACÍOS	UNIDAD	(%)
MUESTRA 1	931	4098	23
MUESTRA 2	940	4084	23
MUESTRA 3	947	4064	23
MUESTRA 4	905	4041	22
MUESTRA 5	859	4058	21
<b>PROMEDIO</b>	<b>916</b>	<b>4069</b>	<b>23</b>

**Fuente:** Informe de evaluación del ensayo (Anexo N° 04.02.04)

**Tabla N° 15:** Ensayo de Resistencia a la Compresión de unidades de ladrillos decorativos pet

DESCRIPCIÓN	P máx. (kg)	F'b (kg/cm <sup>2</sup> )	
		BRUTA	NETA
MUESTRA 1	1586	3.9	5.1
MUESTRA 2	1625	4	5.2
MUESTRA 3	1724	4.3	5.6
MUESTRA 4	1942	4.8	6.1
MUESTRA 5	1714	4.2	5.4
<b>PROMEDIO</b>	<b>1718</b>	<b>4.2</b>	<b>5.5</b>

**Fuente:** Informe de evaluación del ensayo (Anexo N° 04.02.04)

**Tabla N°16:** Características Geométricas de los ladrillos decorativos de arcilla

IDENTIFICACIÓN ESPÉCIMEN	DIMENSIONES (mm)			ÁREA	
	L	A	H	BRUTA	NETA
MUESTRA 1	198.2	204.00	121.8	404	227
MUESTRA 2	198.7	202.3	120.9	404	228
MUESTRA 3	202.1	199.4	122.1	403	226
<b>PROMEDIO</b>	<b>199.7</b>	<b>201.5</b>	<b>100.3</b>	<b>406</b>	<b>227</b>

**Fuente:** Informe de evaluación del ensayo (Anexo N° 04.02.04)

**Tabla N°17:** Área de vacíos de ladrillos decorativos de arcilla

IDENTIFICACIÓN ESPÉCIMEN	VOLUMEN (cm3)		ÁREA DE VACÍOS
	VACÍOS	UNIDAD	(%)
MUESTRA 1	2161	4924	44
MUESTRA 2	2126	4882	44
MUESTRA 3	2158	4917	44
<b>PROMEDIO</b>	<b>2148</b>	<b>4908</b>	<b>44</b>

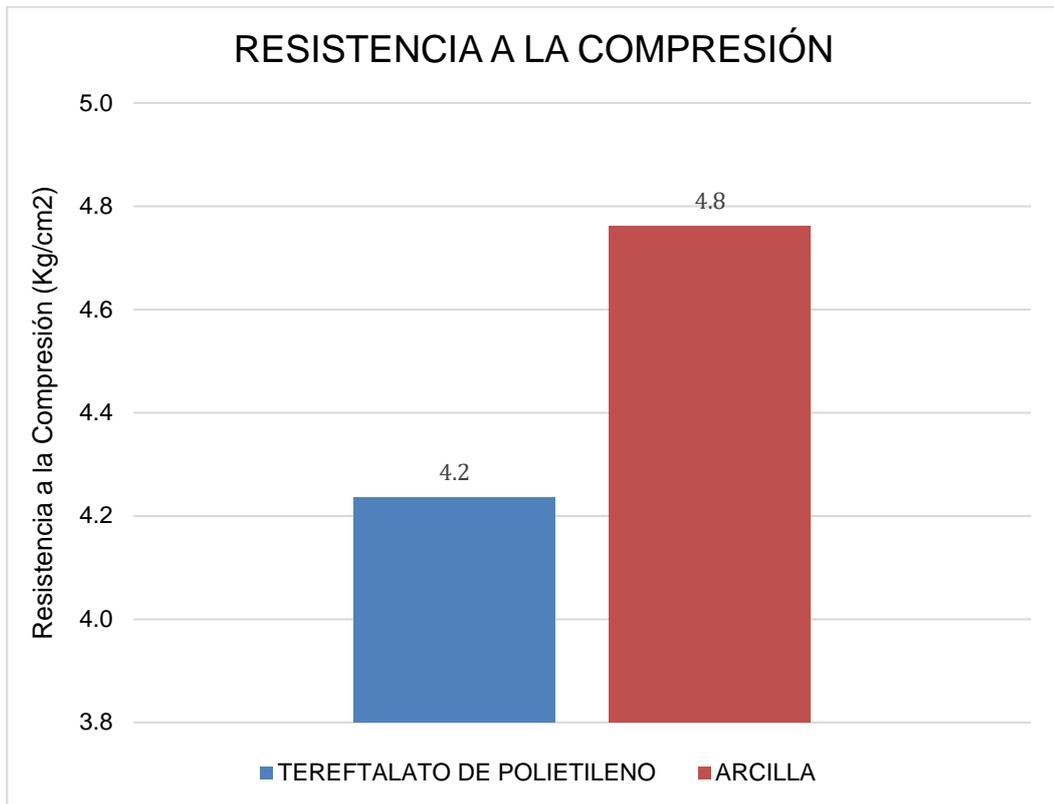
**Fuente:** Informe de evaluación del ensayo (Anexo N° 04.02.04)

**Tabla N° 18.** Ensayo de Resistencia a la Compresión de unidades de ladrillo decorativo de arcilla

IDENTIFICACIÓN ESPÉCIMEN	P máx. (kg)	F'b (kg/cm2)	
		BRUTA	NETA
MUESTRA 1	1932	4.8	8.5
MUESTRA 2	1932	4.8	8.5
MUESTRA 3	1903	4.7	8.4
<b>PROMEDIO</b>	<b>1922</b>	<b>4.8</b>	<b>8.5</b>

**Fuente:** Informe de evaluación del ensayo (Anexo N° 04.02.04)

**Gráfico N° 05:** Ensayo de resistencia a la compresión en ladrillos pet y de arcilla



#### **INTERPRETACIÓN:**

Para el ensayo de resistencia a la compresión, se emplearon 5 muestras de unidades de ladrillo decorativo con pet reciclado y 3 unidades de ladrillos decorativos de arcilla en forma de comparación. De los ladrillos decorativos pet, se obtuvo como resultado promedio 4.2 kg/cm<sup>2</sup> y para los ladrillos decorativos de arcilla, Resultando un promedio de resistencia a la compresión de 4.8 kg/cm<sup>2</sup>

## V. DISCUSIÓN

Recapitulando los resultados alcanzados en los ensayos, podemos destacar varias propiedades físicas del ladrillo decorativo de tereftalato de polietileno. Este ladrillo obtuvo una densidad de  $92.87 \text{ kg/cm}^3$ , lo que resulta en ladrillos de dimensiones de  $20\text{cm} \times 20\text{cm} \times 10\text{cm}$ , siendo mucho más ligeros que los tradicionales ladrillos decorativos de arcilla, que obtuvieron una densidad de  $129.27 \text{ Kg/cm}^3$ .

En este ensayo el ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno se puede destacar debido a que su aporte de ligereza beneficia al tipo de construcción el cual tiene como fin muros decorativos no portantes, así reducir cargas muertas genera un veneficio estructural. Su ligereza también mejora la trabajabilidad de la mano de obra

En cuanto al ensayo de variación dimensional, se obtuvo una variación mínima de  $0.69\%$  en longitud y un máximo de  $0.70\%$  en ancho, lo cual está dentro de lo estipulado en el capítulo 3 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2019).

A diferencia de otras muestras de tereftalato de polietileno que no presentaron alabeo, nuestro ladrillo decorativo de tereftalato de polietileno mostró un alabeo promedio de  $(0.15\text{mm}/0.10\text{mm})$  en términos de concavidad y convexidad. Así mismo los ladrillos decorativos de arcilla mostraron un alabeo promedio de  $(0.10\text{mm}/0.10\text{mm})$  en términos de concavidad y convexidad.

En las investigaciones de Marron (2020) de adición del pet y porcelanato al ladrillo, influyeron positivamente en las características físicas de estos ladrillos. Y en su alabeo con  $10\%$  de pet se obtuvo  $1.10 \text{ mm}$ ,  $15\%$  de pet  $1.30 \text{ mm}$  y en de  $20\%$  con  $1.50\text{mm}$ .; del mismo modo De La Cruz y Ccoscco (2020) en su alabeo, con adición de  $3\%$  pet, tuvo un promedio de  $2\text{mm}$ . Con respecto a la variación dimensional, obtuvo un  $-0.28\%$  en el largo,  $-1.1\%$  en su ancho,  $1.1\%$  en su alto. Con adición del  $6\%$  de pet, obtuvo un promedio de  $2\text{mm}$  de alabeo, en su ensayo de variación dimensional, obtuvo  $-0.28\%$  en el largo,  $-0.53\%$  en el ancho y  $1.1\%$  en su alto. Se concluye que la adición del  $3\%$  de pet, cumple con los requisitos de

clasificación del ladrillo tipo IV de la NTP e0.70, se identifica que el valor de alabeo de las muestras generadas con adición y nuestro ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno, se encuentra dentro del rango permisible por la norma técnica peruana E 070, esto principalmente debido al empleo de moldes metálicos correctamente nivelados, así mismo las variaciones en las caras principales se deben a la reducción y compactación del tereftalato de polietileno durante el proceso de enfriamiento.

En cuanto al ensayo de absorción, el ladrillo decorativo de tereftalato de polietileno obtuvo un porcentaje muy bajo de 0.49%, en comparación con los ladrillos decorativos de arcilla que obtuvieron un 12.67%. Según Rojas y Sotelo (2019), las unidades de albañilería fabricadas con tereftalato de polietileno tienen un promedio de absorción similar al de los ladrillos de arcilla. Así mismo comparando lo obtenido en la investigación de Diaz y Sánchez (2019) en el ensayo de absorción se tuvo que tener en cuenta la norma ASTM C67, dando como resultado de absorción de 12.45%, 13.10%, 16.98% y 18.55 %, continuamente en los porcentajes de 0%, 3%, 6% y 10%, también Flores (2022) absorción de 6%, 8% y 10% de fibras de tereftalato de polietileno dio 10.14%, 9.70% y 9.35% respectivamente. Debido a esto podemos observar como el elaborar un ladrillo decorativo completamente de tereftalato de polietileno permitió una absorción mínima a comparación con las muestras generadas con adición de plástico, de este modo no se requiere saturar las muestras para evitar afectar a los morteros. En cuanto al ensayo de resistencia a la compresión en las unidades de tereftalato de polietileno, se obtuvo un promedio de 4.2Kg/cm<sup>2</sup>, lo cual se encuentra por debajo del promedio mínimo establecido por la norma E 070. Debido a la poca presencia de antecedentes en cuanto a nuestra investigación se procedió a comprar con investigaciones donde se emplee el mismo tipo de material en muestras completamente hechas con tereftalato de polietileno y con adicción, es por ello que comparamos con los resultados obtenido en la investigación de Abal y Medina (2019) en donde se incorporó tereftalato de polietileno triturado con una dosificación de 20%, 40% y 55%, donde el 20% se reduce su resistencia a la compresión a 47.70 kg/cm<sup>2</sup>. Se dio como resultado que añadiendo 5% de

aditivo plastificante y 20% pet, se obtiene una mejoría a la resistencia a la compresión, obteniendo un 63.50 kg/cm<sup>2</sup>.

Así mismo Díaz y Sánchez (2019) en su investigación, incorporaron porcentajes de tereftalato de polietileno en un ladrillo artesanal, empleando la metodología descriptiva. Se obtuvo como resultado que el 0%, 3%, 6% y 10% del ensayo que fue realizado con adición de pet a la compresión y con valores de 43.70kg/cm<sup>2</sup>, 18.00kg/cm<sup>2</sup>, 11.05kg/cm<sup>2</sup> y 9.68kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Analizando los resultados obtenidos en los diversos ensayos se puede identificar que nuestras muestras de ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno tienen significativamente menos resistencia a la compresión, esta baja resistencia es debido principalmente a la adicción de aceite a la mezcla en el proceso de elaboración del ladrillo decorativo pet, así mismo se compara investigaciones que elaboraron sus muestras adicionando concreto al pet, en el cual mejora su resistencia a la compresión, sin embargo al comparar con los resultados obtenidos de los ladrillos decorativos de arcilla los valores son similares, con 4.8 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual tampoco cumple con los parámetros mínimos establecidos por la Norma Técnica Peruana E 070.

Los resultados de los ensayos en las propiedades físicas del ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno, cumplieron con lo mínimo establecido en la Norma E 070, mientras que, en los ensayos para determinar las propiedades mecánicas de los ladrillos decorativos de tereftalato de polietileno, no lograron satisfacer lo determinado en la Norma E 070.

Sin embargo, a pesar de estos resultados, es importante destacar los beneficios ambientales y estructurales del uso del tereftalato de polietileno en la fabricación de unidades de albañilería. Estos incluyen una menor densidad, lo que reduce el peso por cada unidad reemplazada por una de tereftalato de polietileno, así mismo se genera un peso por m<sup>2</sup> de 72.5 kg, mientras que para un ladrillo decorativo de arcilla convencionales generan un peso por m<sup>2</sup> de 90Kg aproximadamente, adicionalmente de requerir de mortero de concreto para su unión, lo cual para los ladrillos de tereftalato

de polietileno no se requiere debido a que su unión es mediante un pegamento epóxico. Así mismo también se requiere de menor material de construcción y también menor mano de obra especializada debido a que su ligereza en el manejo y su fácil instalación no requiere de operarios para la preparación de la mezcla mejorando tiempos de producción, lo que se traduce en ahorro económicos.

La baja absorción debido a la impermeabilidad del polímero es otro de los beneficios mencionados ya no absorbe el agua de las mezclas, así mismo no se ve afectado por los sulfatos, teniendo una ventaja de duración en el tiempo.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se determinaron los resultados de los ensayos de variación dimensional de ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno, donde se obtuvo 0.69% en longitud, 0.70% en ancho y 0.61%, en altura, estos resultados son contrastados con el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente con la norma E 070, por lo que se determina que si cumple con los parámetros mínimos establecidos.
2. Se evaluaron los resultados del ensayo de alabeo de los ladrillos decorativos con tereftalato de polietileno, donde se obtuvo un promedio de 0.15mm en cóncavo y 0.10mm en convexo, lo cual es aceptable de acuerdo a lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones (2019).
3. Se identificaron los resultados del ensayo de absorción a los ladrillos decorativos con tereftalato de polietileno, donde se obtuvo una absorción de 0.49%, en comparativa del ladrillo decorativo de arcilla tradicional, que obtuvo una absorción de 12.67%. Por lo que se concluye que el ladrillo decorativo pet obtuvo un mejor resultado, lo que resulta beneficioso al momento de construir ya que ofrece resistencia al efecto de los sulfatos que pueda contener el agua.
4. Finalmente se obtuvieron los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de ladrillos decorativos con tereftalato de polietileno donde se obtuvo un promedio de 4.2 kg/cm<sup>2</sup>, a comparación del ladrillo decorativo de arcilla tradicional, quien obtuvo una resistencia de 4.8kg/cm<sup>2</sup>, por lo que se concluye que ninguna de las muestras cumple con los parámetros establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones, sin embargo al considerarse albañilería no portante, puede hacerse uso de la misma categoría.

## VII. RECOMENDACIONES

- Para realizar los ensayos físicos y mecánicos a los ladrillos decorativos de tereftalato de polietileno, se recomienda que las muestras a ensayar se encuentren en buen estado, caso contrario descartarlas y elaborar muestras nuevas.
- Se recomienda que, para obtener mejores resultados durante el ensayo de resistencia a la compresión a ladrillos decorativos con tereftalato de polietileno, batir la mezcla en caliente alrededor de 15 minutos para obtener una mejor consistencia al momento de vaciarlo al molde.
- Se recomienda que, al realizar los ensayos físicos del ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno, la altura del molde debe tener 3cm más de la medida establecida ya que al momento de realizar la fusión de la mezcla, esta se reduce entre 2cm a 3cm.
- Se sugiere llevar a cabo diferentes tipos de pruebas que no se contemplaron en este estudio, con el fin de recopilar datos adicionales sobre otras características de estos ladrillos decorativos hechos con tereftalato de polietileno.
- También se recomienda que para la elaboración de las muestra de ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno, mejorar la elaboración de la muestra, empleando en menor proporción el aceite.

## REFERENCIAS:

1. ¿Un mar de plásticos? [Mensaje en un blog]. Lima: Oceana., (2020) [Fecha de consulta: 29 de abril de 2023]. Recuperado de <https://peru.oceana.org/campanas/contaminacion-por-plasticos/#:~:text=Por%20supuesto%2C%20la%20dimensi%C3%B3n%20de,se%20dupliquen%20para%20el%202030.>
2. DE LA CRUZ, Luis y CCOSCCO, Nicanor. Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa-2020. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo – 2020.  
Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/59425/Ccoscco\\_DLCN-DeLaCruz\\_CLA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/59425/Ccoscco_DLCN-DeLaCruz_CLA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
3. MAŁEK, Marcin; GRZELAK, Krzysztof; ŁASICA, Waldemar; JACKOWSKI, Mateusz , KLUCZYŃSKI, Janusz; SZACHOGŁUCHOWICZ, Ireneusz; TORZEWSKI, Janusz; ŁUSZCZEK, Jakub. Cement-glass composite bricks (CGCB) with interior 3D printed PET-G scaffolding, *Journal of Building Engineering*, [en línea]. Julio, 2022, n°1. volumen 52. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2023]  
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104429>  
ISSN: 2352-7102
4. HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias. [en línea]. 6ta. edición, México: McGraw Hill Education, 2014 [fecha de consulta: 15 de mayo de 2023].  
ISBN: 978-1-4562-2396-0  
Disponible en: <https://acortar.link/4lbH6N>
5. MORALES, José, MAQUERA, Pedro y HERRERA, Florencia. Desarrollo de competencias investigativas a través del semillero de la escuela profesional de Gestión Pública. Dominio de las Ciencias [en línea]. Junio 2020, vol. 6, n. °3. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7562499>

6. CHINO, Linda, MATHIOS, Carolina, ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A BASE DE PLÁSTICOS PET REUTILIZADOS Y ASERRÍN DE LA ESPECIE HUAYRURO. Repositorio.unu.edu.pe. Disponible en: <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4305>
7. BAENA, G. (2014). Metodología de la investigación. Grupo Editorial Patria. <https://editorialpatria.com.mx/mobile/pdf/files/9786074384093.pdf>
8. SAUCEDO, Jorge, HASEGAWA, Renzo (2019) Propuesta de elaboración y diseño de bloques de concreto simple y pet reciclado para muros de mampostería en la ciudad de Piura. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/53474>
9. ÁLVAREZ, Aldo. (2020). Clasificación de las investigaciones. Universidad de Lima, Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas, Carrera de Negocios Internacionales. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/10818>
10. Loganayagan, Keerthana, Abishek and VETRIVEL, A., 2021. Study on Plastic Pet Bottles Characteristics to Develop Eco- Friendly Plastic Paver Blocks. IOP Conference Series. Materials Science and Engineering, 02, vol. 1059, no. 1. ProQuest Central. ISSN 17578981. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1059/1/012042>
11. SILVA, José et al. Evaluación reológica de un ligante modificado con Polietileno tereftalato (PET). Materia (Río de Janeiro) [en línea]. 2018, v. 23, núm. 1 [Consultado el 15 de mayo de 2023], e-11951. ISSN 1517-7076 Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620170001.0287>
12. PATIÑO, Brenda. *Fábrica de Ladrillos Plásticos en Base A Residuos Pet*. Tesis (Grado de Arquitecto). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2020. 155 pp.
13. CCOSCCO, Nicanor; DE LA CRUZ, Luis. Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares. Tesis (Grado de Ingeniero civil). Huachipa: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 185 pp.

14. WAHANE, Anurag; DWIVEDI, Shivendra; BAJAJ, Divya. Effect in mechanical and physical properties of bricks due to addition of waste polyethylene terephthalate, *Materials Today: Proceedings*, Volume 74, Part 4, 2023, Pp. 916-922,  
ISSN 2214-7853,  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322071449>
15. MARRON, Junior. Evaluación De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas De Ladrillos Artesanales En Muros De Albañilería Adicionando Tereftalato De Polietileno Y Porcelanato. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2020. 238 pp.  
<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-catolica-los-angeles-de-chimbote/ingenieria-civil/t037-43977766-t-buen-trabajo/56655312>
16. KAVINKUMAR, V.; BALASUBRAMANIAN, N.; GOPALAKRISHNAN, Preethi ; SETHURAMAN, N. Development of plastbrick using plastic wastes & PET bottles, *Materials Today: Proceedings*, Volume 68, Part 6, 2022, Pages 2601-2604  
ISSN 2214-7853  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221478532206504X>
17. Dirección de Comunicación de la Ciencia de la UV. BUZONUV@UV.MX, 2023. Botellas desechables, problemas permanentes – Dirección de Comunicación de la Ciencia. *Www.uv.mx*. Online. 2023. [Accessed 25 May 2023].  
Available from: [https://www.uv.mx/cienciauv/blog/botellas\\_desechables/](https://www.uv.mx/cienciauv/blog/botellas_desechables/)
18. ARGENTINA, Hidrolit, 2019. Botellas plásticas, una amenaza para el medio ambiente. *HIDROLIT*. Online. . [Accessed 25 May 2023]. Available from: <https://hidrolit.com.ar/blog/botellas-plasticas-una-amenaza-para-el-medio-ambiente/>
19. Botellas plásticas, una amenaza para el medio ambiente [Mensaje en un blog]. Argentina: Hidrolit. (18 de marzo de 2019). [Fecha de consulta: 23 de marzo de 2002]
20. DIAZ, Aldo y SÁNCHEZ, Luis. Incorporación del Plástico PET en la Fabricación de Ladrillos Artesanales en Jaén. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Jaén: Universidad Nacional de Jaén, 2019.

- Disponible en: <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/258>
21. NOVÁKOVÁ, Kateřina; ŠEPS, Karel; ACHTEN, Henri. Experimental development of a plastic bottle usable as a construction building block created out of polyethylene terephthalate: Testing PET(b)rick 1.0. *Journal of Building Engineering* [en línea] Volume 12, 2017, Pages 239-247, ISSN 2352-7102,  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710216302765>
  22. QUINTERO, Laura. 2016. Diseño de una planta de reciclado de Tereftalato de polietileno (PET). Tesis (Grado de Ingeniero Químico). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2016.  
Disponible en: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/59710/QUINTERO%20-%20Dise%C3%B1o%20de%20una%20planta%20de%20reciclado%20de%20Tereftalato%20de%20polietileno%20\(PET\),%20con%20una%20producc...pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/59710/QUINTERO%20-%20Dise%C3%B1o%20de%20una%20planta%20de%20reciclado%20de%20Tereftalato%20de%20polietileno%20(PET),%20con%20una%20producc...pdf)
  23. HACHI, José y RODRIGUEZ, Juan. Estudio de factibilidad para reciclar envases plásticos de polietileno de tereftalato (PET). Tesis (Grado de Ingeniero Industrial). Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana, 2010.  
Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2450>
  24. AÑASCO, Boris. *Comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos de concreto modificados con plásticos reciclados, Juliaca*. Tesis (Grado de Ingeniero Civil) Juliaca: Universidad César Vallejo, 2021. 193 pp
  25. AVILÉS, Néstor y CARRASCO, Roly. *Beneficios del ladrillo elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana*. Tesis (Grado de Ingeniero Civil) Piura: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 182 pp.
  26. BAZAN, Jordan y GÓMEZ, Mishell. *Incorporación de plástico reciclado para aumentar la resistencia a la compresión de ladrillos de concreto, Moyobamba*, Tesis (Grado de Ingeniero Civil) Moyobamba: Universidad César Vallejo, 2021. 138 pp.
  27. CUAYLA, Fiorela. *Comparación de las propiedades físico - mecánicas de ladrillos ecológicos artesanales y ladrillos de arcilla para techo en losas*

- aligeradas - Moquegua*. Tesis (Grado de Ingeniero Civil) Lima: Universidad César Vallejo, 2022. 124 pp.  
Obtenido en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/104621>
28. SENCICO. (2005). Comentario a la Norma Técnica de Edificación E 070 Albañilería. Lima.
29. FERNANDEZ, Paula; VALLEJO, Guillermo; LIVACIC, Pablo y TUERO, Elián. Validez Estructurada para una investigación cuasi-experimental de calidad: se cumplen 50 años de la presentación en sociedad de los diseños cuasi-experimentales. *Anales Psicología* [en línea] vol.30, n° 2. 2014 [fecha de consulta: 19 de mayo del 2023]  
Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-97282014000200039&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-97282014000200039&lng=es&nrm=iso)  
ISSN 1695-2294.
30. EZCURRA, Diego; FERNÁNDEZ, Edwing y HENOSTROZA, Rodrigo. *Diseño cuasi experimental para el análisis de la decisión de compra del consumidor limeño ante los sistemas de rotulado frontal en abarrotes y lácteos*. Tesis (Grado de Gestión Empresarial) Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2019. 128 pp.
31. ESPINOZA FREIRE, Eudaldo Enrique. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Parte I. *Conrado* [online]. 2018, vol.14, suppl.1 [citado 2023-05-26], pp.39-49.  
Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442018000500039&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442018000500039&lng=es&nrm=iso)  
ISSN 2519-7320
32. ARROYO, Hebert. *Influencia de Fibras de Plástico Reciclado en las Propiedades Mecánicas y Físicas del Ladrillo Machihembrado*. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada de Trujillo, 2019. 80 pp.
33. AMIRA, Sarani; ABDUL, Aeslina; FADHIL, Mohd, AMIZA Hashim, IKHMAL, Haqem, ABDUL, Hamid; HUDA, Nurul; NABILA, Fatin; FARHANAH, Siti. Johan, Physical-mechanical properties and thermogravimetric analysis of fired clay brick incorporating palm kernel shell for alternative raw materials, *Construction and Building Materials*, Volume 376, 2023, 131032,

ISSN 0950-0618,

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061823007444>

34. CORONEL, Omar y DUEÑAS, Javier. *Evaluación de las Propiedades de Ladrillo de Concreto con la Sustitución Parcial de la Arena por Plástico Reciclado Pet*. Tesis (Grado de Ingeniero Civil) Lima: Universidad César Vallejo, 2020. 66 pp.
35. CABALLERO Brayan y FLOREZ, Orlando. *Elaboración De Bloques En Cemento Reutilizando El Plástico Polietilen-Tereftalato (Pet) Como Alternativa Sostenible Para La Construcción*. Tesis (Grado de Ingeniero Civil) Cartagena: Universidad De Cartagena, 2016. 87 pp.
36. PEREZ, Diego. *Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabayllo*. Tesis (Grado de Ingeniero Civil) Carabayllo: Universidad César Vallejo, 2021. 72 pp.
37. ARIAS, Jesús, VILLASÍS, Miguel y MIRANDA, María. *El protocolo de investigación III: la población de estudio*. *Revista Alergia México* [en línea]. Abril - junio 2016, vol. 63, n.º 2. [Fecha de consulta: 1 de Junio de 2023].  
Disponibile en : <https://n9.cl/ajkbs>  
ISSN: 0002-5151.
38. LOPEZ, Pedro Luis. *POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO*. *Punto Cero* [online]. 2004, vol.09, n.08 [citado 2023-05-31], pp.69-74.  
Disponibile en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&nrm=iso)  
ISSN 1815-0276.
39. ARISPE, Claudia et. al. 2020. *La investigación científica: Una aproximación para estudios de posgrado*. Guayaquil: Universidad Internacional del Ecuador, 2020. 978-9942-38-578-9
40. *Tipos de ladrillos y sus usos: Guía definitiva | Promart.pe*. Promart.pe [en línea], 2020. [consulta: 20 octubre 2023]. Disponible en: <https://www.promart.pe/blog/tipos-de-ladrillos>.

# **ANEXOS**

**ANEXO N° 01. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
<p align="center"><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b></p> <p align="center"><b>LADRILLO DECORATIVO DE TEREFTALATO DE POLIETILENO</b></p>	<p>Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resaltar su belleza, sin necesidad de recubrirlo ni pintarlo. Además de la estética, los ladrillos decorativos aportan una gran resistencia y durabilidad. (Promart, 2020)</p>	<p>En esta variable se presenta la elaboración de los ladrillos decorativos a base de tereftalato de polietileno. El tereftalato de polietileno será obtenido mediante el reciclaje de botellas de plástico (pet), para luego ser triturado manualmente a 1 cm (3/8"). Teniendo el material preparado y tamizado, se mezcla 70% pet con 30% aceite en la olla de fundición a 140°C, para posteriormente batirlo hasta eliminar grumos, luego se vierte en los moldes de ladrillos decorativos de acero y se corta los alveolos característicos de este ladrillo. Se hará uso de moldes con dimensiones de 20x20x13.</p>	<p align="center">Propiedades físicas</p>	<p align="center">Peso Volumétrico</p>	<p align="center">Kg</p>	<p align="center">Razón</p>
	<p>El tereftalato de polietileno es un elemento de poliéster donde se emplea habitualmente para fabricar envases para alimentos y bebidas, productos farmacéuticos y fibras (Loganayagan et.al, 2021).</p>			<p align="center">Densidad</p>	<p align="center">kg/m<sup>3</sup></p>	<p align="center">Razón</p>

<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>  <b>CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS</b>	<p>Arroyo (2019) nos dice que las propiedades mecánicas se refieren a las que tiene la capacidad de resistir acciones de cargas de esta manera se sabe que las cargas o fuerzas actúan brevemente porque poseen carácter de choque.</p> <p>Amira et. al (2023) se refiere a las propiedades físicas como aquella que se realiza en base a la forma, tamaño, color, contracción y densidad del ladrillo.</p>	<p>Se analizarán los ladrillos decorativos que contienen tereftalato de polietileno para determinar sus propiedades físicas y mecánicas. Se tomará registro de las variaciones dimensionales, alabeo, absorción y prueba de resistencia a la compresión, todo en base a lo establecido en la norma E 070.</p>	<b>Propiedades físicas</b>	Variación dimensional	%	Razón
				Alabeo	mm	Razón
				Absorción	%	Razón
			<b>Propiedades mecánicas</b>	Resistencia a la compresión	Kg/cm2	Razón

**ANEXO N° 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TITULO:** Evaluación de las Características Físico Mecánicas de Ladrillos Decorativos con Tereftalato de Polietileno Reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash - 2023

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA																						
<p><b>Problema General:</b> ¿Cuál es el resultado de la evaluación de las características físico mecánicas de Ladrillos Decorativos con Tereftalato de Polietileno Reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash-2023?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b> ¿Cuál es el resultado de la variación dimensional de los ladrillos decorativos con</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Determinar la evaluación de las características físico mecánicas de los Ladrillos Decorativos con Tereftalato de Polietileno Reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash - 2023</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b> Especificar los resultados del ensayo de variación dimensional de</p>	<p><b>Hipótesis General</b> Los resultados de la evaluación de las características físico mecánicas de ladrillos decorativos con tereftalato de polietileno reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash – 2023, cumplen con la normativa peruana vigente</p> <p><b>Hipótesis Específicas:</b> Los ensayos de variación dimensional en la evaluación de las características físico mecánicas</p>	<b>Variable 1</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Investigación Aplicada</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> Experimental - Descriptivo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>VARIABLE</th> <th>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</th> <th>DEFINICIÓN OPERACIONAL</th> <th>DIMENSIÓN</th> <th>INDICADOR</th> <th>UNIDAD DE MEDIDA</th> <th>ESCALA DE MEDICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">VARIABLE INDEPENDIENTE: LADRILLO DECORATIVO DE TEREFTALATO DE POLIETILENO</td> <td>Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.</td> <td>En esta variable se presenta la elaboración de los ladrillos decorativos. El ladrillo decorativo es un tipo de ladrillo que se caracteriza por tener un diseño decorativo en su superficie. Este tipo de ladrillo se utiliza en la construcción de muros y fachadas para dar un toque estético a la obra.</td> <td rowspan="2">Peso Volumétrico</td> <td rowspan="2">Propiedades Físicas</td> <td rowspan="2">Alabeo</td> <td rowspan="2">kg/m<sup>3</sup></td> <td rowspan="2">Razón</td> </tr> <tr> <td>VARIABLE DEPENDIENTE: CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS</td> <td>Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.</td> <td>Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.</td> <td>Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.</td> <td>Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.</td> <td>Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.</td> <td>Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.</td> </tr> </tbody> </table>	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICIÓN	VARIABLE INDEPENDIENTE: LADRILLO DECORATIVO DE TEREFTALATO DE POLIETILENO	Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.	En esta variable se presenta la elaboración de los ladrillos decorativos. El ladrillo decorativo es un tipo de ladrillo que se caracteriza por tener un diseño decorativo en su superficie. Este tipo de ladrillo se utiliza en la construcción de muros y fachadas para dar un toque estético a la obra.	Peso Volumétrico	Propiedades Físicas	Alabeo	kg/m <sup>3</sup>	Razón	VARIABLE DEPENDIENTE: CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS	Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.	Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.	Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.	Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.	Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.	Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.
			VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL		DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICIÓN																		
			VARIABLE INDEPENDIENTE: LADRILLO DECORATIVO DE TEREFTALATO DE POLIETILENO	Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.	En esta variable se presenta la elaboración de los ladrillos decorativos. El ladrillo decorativo es un tipo de ladrillo que se caracteriza por tener un diseño decorativo en su superficie. Este tipo de ladrillo se utiliza en la construcción de muros y fachadas para dar un toque estético a la obra.		Peso Volumétrico	Propiedades Físicas	Alabeo	kg/m <sup>3</sup>	Razón																	
				VARIABLE DEPENDIENTE: CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS	Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.							Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.	Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.	Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.	Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.	Este tipo de ladrillo está diseñado para ser visto y resultar atractivo. Además de ser un ladrillo decorativo, también sirve como elemento de aislamiento térmico y acústico para ser utilizado en la construcción de muros y fachadas.												
<b>Variable 2</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>																										
<b>Variable dependiente</b>	<b>Propiedades Físicas</b>	Alabeo  Variación Dimensional  Absorción																										

**Población:**  
La población estará compuesta por unión de ladrillos decorativos de tereftalato de polietileno, estos requieren las medidas de la unidad de albañilería estándar de

<p>Tereftalato de polietileno Reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash-2023?; ¿Cuál es el resultado del alabeo de los ladrillos decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash-2023?; ¿Cuál es el resultado de la absorción de los ladrillos decorativos con los Tereftalato de polietileno Reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash-2023?, ¿Cuál es el resultado de la compresión de</p>	<p>los ladrillos decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash – 2023; Evaluar los resultados del ensayo de alabeo de los ladrillos decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash – 2023; Identificar el resultado del ensayo de absorción de los ladrillos decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET)</p>	<p>de ladrillos decorativos con tereftalato de polietileno reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash - 2023 cumplen con los parámetros mínimos establecidos por la norma; Los ensayos de alabeo en la evaluación de las características físico mecánicas de ladrillos decorativos con tereftalato de polietileno reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash - 2023 cumplen con los parámetros mínimos establecidos por la norma; La prueba de absorción en la</p>	<p>Características físico mecánicas</p>	<p><b>Propiedades Mecánicas</b></p>	<p>Resistencia a la compresión</p>	<p>dimensiones 20cm x 20cm x 10cm.</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra será de 10 ladrillos</p> <p><b>Muestreo:</b> No probabilístico por conveniencia</p>
--	--	--	---	-------------------------------------	------------------------------------	--

<p>los ladrillos decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash-2023?</p>	<p>en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash – 2023; Especificar los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los ladrillos decorativos con Tereftalato de polietileno Reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash - 2023</p>	<p>evaluación de las características físico mecánicas de ladrillos decorativos con tereftalato de polietileno reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash - 2023 cumplen con los parámetros mínimos establecidos por la norma; El resultado del ensayo a la compresión en la evaluación de las características físico mecánicas de ladrillos decorativos con tereftalato de polietileno reciclado (PET) en el Distrito de Nuevo Chimbote, Ancash - 2023 cumplen con los parámetros mínimos</p>				
--	--	---	--	--	--	--

		establecidos por la norma.				
--	--	----------------------------	--	--	--	--

**ANEXO N°03:  
INSTRUMENTO DE  
RECOLECCIÓN DE  
DATOS**



## ANEXO N°03.02: ENSAYO DE ALABEO



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

**KAE Ingeniería**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TÍTULO :	REGISTRO N° :
SOLICITA :	PÁGINA N° :
UBICACIÓN :	FECHA :

### ALABEO (NTP 399.613)

Muestra:

Descripción	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
M-01				
M-02				
M-03				
M-04				
M-05				
Promedio				

Concavo: mm

Convexo: mm

Observación:

# ANEXO N°03.03: ENSAYO DE ABSORCIÓN



**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	REGISTRO N° :
SOLICITA :	PÁGINA N° :
UBICACIÓN :	FECHA :

## ENSAYO DE ABSORCIÓN

(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra:

Descripción	Porcentaje de Absorción			
	Peso Saturado (kg)	Peso Seco (kg)	Absorción (%)	Absorción Promedio (%)
M-1				
M-2				
M-3				
M-4				
M-5				

Observación:

## ANEXO N°03.04: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	REGISTRO:
SOLICITA :	PÁGINA N°:
UBICACIÓN :	FECHA:

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM - C39)

**TABLA N°01 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS**

IDENTIFICACION ESPECIMEN	DIMENSIONES (mm)			AREA (cm <sup>2</sup> )	
	L	A	H	BRUTA	NETA
1					
2					
3					
4					
5					
<b>PROMEDIO</b>					

**TABLA N°02 AREA DE VACIOS**

IDENTIFICACION ESPECIMEN	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )		AREA DE VACIOS
	VACIOS	UNIDAD	(%)
1			
2			
3			
4			
5			
<b>PROMEDIO</b>			

**TABLA N°03 COMPRESION DE UNIDADES**

IDENTIFICACION ESPECIMEN	P max (Kg)	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	
		BRUTA	NETA
1			
2			
3			
4			
5			
<b>PROMEDIO</b>			

f'b: Resistencia a la compresion de la unidad, referenda al area bruta y neta, en kg/cm<sup>2</sup>

Observacion:

Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote  
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com

# **ANEXO N° 04: TABLAS, RESULTADOS Y FOTOS**

# **ANEXO N° 04.01:**

## **TABLAS**

**Tabla N° 19:** Clase de unidades de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN F'b mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100mm	Hasta 150 mm	Hasta 150mm		
LADRILLO I	±8	±6	±4	10	4.9 (50)
LADRILLO II	±7	±6	±4	8	6.9 (70)
LADRILLO III	±5	±4	±3	6	9.3 (95)
LADRILLO IV	±4	±3	±2	4	12.7 (130)
LADRILLO V	±3	±2	±1	2	17.6 (180)
BLOQUE P (1)	±4	±3	±2	4	4.9 (50)
BLOQUE NP (2)	±7	±6	±4	8	2.0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

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

**Fuente:** (Norma E 070, 2020 p. 19)

# **ANEXO N°04.02: RESULTADOS**

**ANEXO N° 04.02.01:**

**RESULTADOS DEL ENSAYO DE  
VARIACIÓN DIMENSIONAL DE  
LADRILLO DECORATIVO CON  
TEREFTALATO DE POLIETILENO Y  
LADRILLO DECORATIVO DE  
ARCILLA**



<b>TESIS :</b>	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS DE LADRILLOS DECORATIVOS CON TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO (PET) EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2023	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ECF-VD-01
<b>SOLICITA :</b>	CINTHYA ALEXANDRA MAZA AVALOS - JONEL AUGUSTO QUEZADA OCHOA	<b>PÁGINA N° :</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	21/10/2023

**VARIACIÓN DIMENSIONAL**  
(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Ladrillo Decorativo PET      Largo: 200mm      Ancho: 200mm      Alto: 100mm

Especimen N°	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	201.0	201.3	201.8	201.6	201.42	202.0	202.2	201.8	202.4	202.09	100.9	99.2	101.2	103.3	101.15
M-2	199.4	202.1	201.5	201.5	201.13	201.1	201.3	201.5	201.7	201.38	100.1	101.4	99.6	99.8	100.23
M-3	201.8	202.3	201.3	200.7	201.52	200.8	201.3	200.9	201.2	201.02	100.2	100.4	100.0	100.5	100.27
M-4	201.5	200.9	201.9	202.3	201.66	199.7	200.9	201.8	201.4	200.93	100.1	100.7	103.4	100.6	101.20
M-5	201.4	200.0	202.0	201.3	201.19	202.3	200.6	202.1	201.4	201.59	100.2	99.5	99.9	101.2	100.20
				<b>Dp</b>	201.39				<b>Dp</b>	201.40				<b>Dp</b>	100.61
				<b>De</b>	200.00				<b>De</b>	200.00				<b>De</b>	100.00
				<b>V (%)</b>	-0.69				<b>V (%)</b>	-0.70				<b>V (%)</b>	-0.61

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

KAE Ingeniería  
Ingeniero Alfonso Marrero Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 18067





<b>TESIS :</b>	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS DE LADRILLOS DECORATIVOS CON TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO (PET) EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2023	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ECF-VD-02
<b>SOLICITA :</b>	CINTHYA ALEXANDRA MAZA AVALOS - JONEL AUGUSTO QUEZADA OCHOA	<b>PÁGINA N° :</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	21/10/2023

**VARIACIÓN DIMENSIONAL**  
(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Ladrillo de Arcilla      Largo: 200mm      Ancho: 200mm      Alto: 100mm

Especimen N°	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	198.2	198.9	199.2	202.5	199.70	204.0	202.6	203.0	199.2	202.21	121.8	121.0	121.9	120.7	121.35
M-2	198.9	198.7	199.5	202.3	199.86	202.5	203.3	202.9	199.8	202.12	120.8	120.9	123.2	125.3	122.54
M-3	198.2	199.3	202.1	202.1	200.42	205.8	202.9	199.4	199.3	201.83	122.9	122.6	122.1	124.5	123.02
				<b>Dp</b>	199.99				<b>Dp</b>	202.05				<b>Dp</b>	122.31
				<b>De</b>	200.00				<b>De</b>	200.00				<b>De</b>	100.00
				<b>V (%)</b>	0.00				<b>V (%)</b>	-1.03				<b>V (%)</b>	-22.31

**Observación:** Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

  
**Víctor Alfonso Herrera Lázaro**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 16087



**ANEXO N° 04.02.02:**  
**RESULTADOS DEL ENSAYO DE**  
**ALABEO DE LADRILLO**  
**DECORATIVO CON TEREFTALATO**  
**DE POLIETILENO Y LADRILLO**  
**DECORATIVO DE ARCILLA**



**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TESIS :</b>	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS DE LADRILLOS DECORATIVOS CON TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO (PET) EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2023	<b>REGISTRO N° :</b> CC-ECF-ALB-01
<b>SOLICITA :</b>	CINTHYA ALEXANDRA MAZA AVALOS - JONEL AUGUSTO QUEZADA OCHOA	<b>PÁGINA N° :</b> 01 de 01
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b> 22/10/2023

### ALABEO (NTP 399.613)

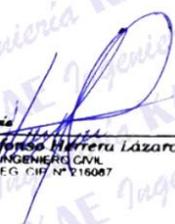
Muestra: Ladrillo Decorativo PET

Descripción	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	0	0	1	0
M-02	0	1	0	0
M-03	0	0	0	1
M-04	0	0	0	0
M-05	1	0	1	0
<b>Promedio</b>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>	<b>0.20</b>	<b>0.10</b>

Concavo: 0.15 mm

Convexo: 0.10 mm

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

  
Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 218087





**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TESIS :</b>	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS DE LADRILLOS DECORATIVOS CON TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO (PET) EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2023	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ECF-ALB-02
<b>SOLICITA :</b>	CINTHYA ALEXANDRA MAZA AVALOS - JONEL AUGUSTO QUEZADA OCHOA	<b>PÁGINA N° :</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	22/10/2023

**ALABEO**  
(NTP 399.613)

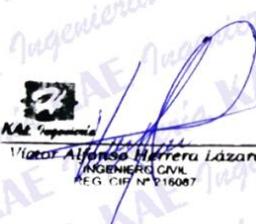
Muestra: Ladrillo de Arcilla

Descripción	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	1	0	1	0
M-02	0	1	0	0
M-03	0	0	0	0
Promedio	0.10	0.10	0.10	0.00

Concavo: 0.10 mm

Convexo: 0.05 mm

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

  
**Victor Alfonso Herrera Lázaro**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 216067



**ANEXO N° 04.02.03:**

**RESULTADOS DEL ENSAYO DE  
ABSORCIÓN DE LADRILLO  
DECORATIVO CON TEREFTALATO  
DE POLIETILENO Y LADRILLO  
DECORATIVO DE ARCILLA**



<b>TESIS :</b>	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS DE LADRILLOS DECORATIVOS CON TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO (PET) EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2023	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ECF-ABS-01
<b>SOLICITA :</b>	CINTHYA ALEXANDRA MAZA AVALOS - JONEL AUGUSTO QUEZADA OCHOA	<b>PÁGINA N° :</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	19/10/2023

**ENSAYO DE ABSORCIÓN**  
(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Ladrillo Decorativo PET

Descripción	Porcentaje de Absorción			
	Peso Saturado (kg)	Peso Seco (kg)	Absorción (%)	Absorción Promedio (%)
M-1	3.024	3.010	0.47	0.49
M-2	2.955	2.942	0.44	
M-3	2.917	2.909	0.28	
M-4	3.107	3.081	0.84	
M-5	2.918	2.905	0.45	

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.



**Miguel Alfonso Herrera Lázaro**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 16007





<b>TESIS :</b>	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS DE LADRILLOS DECORATIVOS CON TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO (PET) EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2023	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ECF-ABS-02
<b>SOLICITA :</b>	CINTHYA ALEXANDRA MAZA AVALOS - JONEL AUGUSTO QUEZADA OCHOA	<b>PÁGINA N° :</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	19/10/2023

**ENSAYO DE ABSORCIÓN**  
(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Ladrillo de Arcilla

Descripción	Porcentaje de Absorción			Absorción Promedio (%)
	Peso Saturado (kg)	Peso Seco (kg)	Absorción (%)	
M-1	4.090	3.628	12.73	12.67
M-2	3.786	3.365	12.51	
M-3	4.095	3.631	12.77	

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

  
**Miraflores Lázaro**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 18067



**ANEXO N° 04.02.04:**  
**RESULTADOS DEL ENSAYO DE**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
**DE LADRILLO DECORATIVO CON**  
**TEREFTALATO DE POLIETILENO Y**  
**LADRILLO DECORATIVO DE**  
**ARCILLA**



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>PROYECTO</b>	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS DE LADRILLOS DECORATIVOS CON TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO (PET) EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2023	<b>REGISTRO N°:</b> CC-ECF-RC-02 <b>PÁGINA N°:</b> 01 de 01
<b>SOLICITA</b>	CINTHYA ALEXANDRA MAZA AVALOS - JONEL AUGUSTO QUEZADA OCHOA	<b>MUESTRA:</b> LADRILLO DECORATIVO PET
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash	<b>FECHA:</b> 22/10/2023

**ENSAYOS EN LADRILLOS A RESISTENCIA A LA COMPRESION  
ASTM C-67**

**TABLA N°01 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

IDENTIFICACION ESPECIMEN		DIMENSIONES (mm)			AREA (cm2)	
		L	A	H	BRUTA	NETA
1	Muestra 1	201.0	202.0	100.9	406	314
2	Muestra 2	201.4	202.3	100.2	408	314
3	Muestra 3	200.9	200.9	100.7	404	309
4	Muestra 4	201.3	200.9	100.0	404	318
5	Muestra 5	201.5	201.7	99.8	406	320
<b>PROMEDIO</b>		<b>201.2</b>	<b>201.5</b>	<b>100.3</b>	<b>406</b>	<b>315</b>

**TABLA N°02 AREA DE VACIOS**

IDENTIFICACION ESPECIMEN		VOLUMEN (cm3)		AREA DE VACIOS
		VACIOS	UNIDAD	(%)
1	Muestra 1	931	4098	23
2	Muestra 2	940	4084	23
3	Muestra 3	947	4064	23
4	Muestra 4	905	4041	22
5	Muestra 5	859	4058	21
<b>PROMEDIO</b>		<b>916</b>	<b>4069</b>	<b>23</b>

**TABLA N°03 COMPRESION DE UNIDADES**

IDENTIFICACION ESPECIMEN	P max (Kg)	f'b (kg/cm2)		
		BRUTA	NETA	
1	Muestra 1	1586	3.9	5.1
2	Muestra 2	1625	4.0	5.2
3	Muestra 3	1724	4.3	5.6
4	Muestra 4	1942	4.8	6.1
5	Muestra 5	1714	4.2	5.4
<b>PROMEDIO</b>		<b>1718</b>	<b>4.2</b>	<b>5.5</b>

f'b: Resistencia a la compresion de la unidad, referida al area bruta y neta, en kg/cm2

**Observacion:** Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

**Víctor Alfonso Herrera Lázaro**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIV. N° 16087





**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>PROYECTO</b>	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS DE LADRILLOS DECORATIVOS CON TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO (PET) EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2023	<b>REGISTRO N°:</b> 'CC-ECF-RC-02 <b>PÁGINA N°:</b> 01 de 01
<b>SOLICITA</b>	CINTHYA ALEXANDRA MAZA AVALOS - JONEL AUGUSTO QUEZADA OCHOA	<b>MUESTRA:</b> LADRILLO DE ARCILLA
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash	<b>FECHA:</b> 22/10/2023

**ENSAYOS EN LADRILLOS A RESISTENCIA A LA COMPRESION  
ASTM C-67**

**TABLA N°01 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS**

IDENTIFICACION ESPECIMEN	DIMENSIONES (mm)			AREA (cm2)	
	L	A	H	BRUTA	NETA
1 Muestra 1	198.2	204.0	121.8	404	227
2 Muestra 2	198.7	203.3	120.9	404	228
3 Muestra 3	202.1	199.4	122.1	403	226
<b>PROMEDIO</b>	<b>199.7</b>	<b>202.2</b>	<b>121.6</b>	<b>404</b>	<b>227</b>

**TABLA N°02 AREA DE VACIOS**

IDENTIFICACION ESPECIMEN	VOLUMEN (cm3)		AREA DE VACIOS
	VACIOS	UNIDAD	(%)
1 Muestra 1	2161	4924	44
2 Muestra 2	2126	4882	44
3 Muestra 3	2158	4917	44
<b>PROMEDIO</b>	<b>2148</b>	<b>4907</b>	<b>44</b>

**TABLA N°03 COMPRESION DE UNIDADES**

IDENTIFICACION ESPECIMEN	P max (Kg)	f'b (kg/cm2)	
		BRUTA	NETA
1 Muestra 1	1932	4.8	8.5
2 Muestra 2	1932	4.8	8.5
3 Muestra 3	1903	4.7	8.4
<b>PROMEDIO</b>	<b>1923</b>	<b>4.8</b>	<b>8.5</b>

f'b: Resistencia a la compresion de la unidad, referida al area bruta y neta, en kg/cm2

**Observacion:** Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

  
**Victor Alfonso Herrera Lazaro**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 15087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote  
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com

# **ANEXO N° 04.03:**

## **FOTOS**

**ANEXO N° 04.03.01:  
FOTOS DE LOS  
ENSAYOS APLICADOS  
EN LADRILLO DECORATIVO CON  
TEREFTALATO DE POLIETILENO**

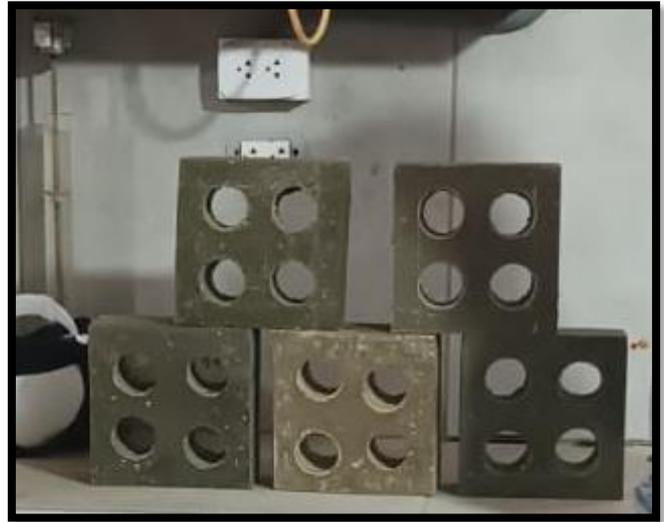
## REALIZACIÓN DEL LADRILLO DECORATIVO CON TEREFTALATO DE POLIETILENO



**Figura N°06, N°07, N°08, N°09:** La fabricación del ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno inicia con la recolección de botellas de plástico pet, para luego proceder a la trituration manual del material de 1cm. Luego se funde el plástico en la olla de fundición a 140°C con un porcentaje de aceite.

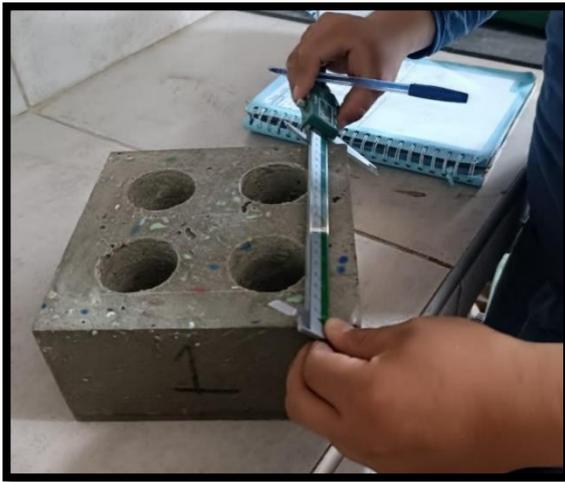


**Figura N°10, N°11, N°12, N°13, N°14:** La mezcla del plástico derretido fue batida constantemente y se llevó el control de la temperatura de fundición 140°C. Ya fundido en su totalidad, se vierte la mezcla al molde previamente engrasado con aceite.



**Figura N°15, N°16:** Terminado de vaciar la mezcla al molde, se golpeó con un martillo de goma para un reducir los vacíos en su interior. Se dejo enfriar 24hr a temperatura ambiente y finalmente se desmoldo para hacerle el diseño característicos de los ladrillos decorativos.

**ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LADRILLOS DECORATIVOS  
CON TEREFALATO DE POLIETILENO**



**Figura N°17, N°18, N°19, N°20:** Se tomaron las 5 muestras y se realizó la toma de medidas con un vernier del alto, ancho y largo del ladrillo en sus 4 esquinas para procesarlas de acuerdo a la NTP 399.604 y NTP 399.613.

**ENSAYO DE ALABEO DE LADRILLOS DECORATIVOS CON  
TEREFTALATO DE POLIETILENO**



**Figura N°21, N°22, N°23, N°24:** Se tomaron las 5 muestras de ladrillo decorativo con tereftalato de polietileno y se realizaron las mediciones en diagonal con la regla metálica y con la cuña medidora, buscando la convexidad y concavidad en ambas caras del ladrillo, para luego procesarlas de acuerdo a la NTP 399.604 y NTP 399.613.

**ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LADRILLOS DECORATIVOS CON  
TEREFTALATO DE POLIETILENO**



**Figura N°25, N°26, N°27, N°28:** Se tomaron 5 unidades a ensayar las cuales fueron pesadas y luego sumergidas en el agua por 24 horas para posteriormente sacarlas de la zona de reposo y pesar la unidad húmeda, finalmente estas unidades se dejaron secar al intemperie para volver a su estado en seco.

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DECORATIVOS CON TEREFTALATO DE POLIETILENO



**Figura N°29, N°30, N°31, N°32:** Se tomaron las 5 muestras a ensayar en la máquina de compresión que consiste el ladrillo con pet y las planchas de acero que se pondrá en ambas caras para una correcta distribución de las cargas, todos los datos obtenidos fueron procesados.

**ANEXO N° 04.03.02:**  
**FOTOS DE LOS**  
**ENSAYOS APLICADOS**  
**EN LADRILLO DECORATIVO DE**  
**ARCILLA**

## ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LADRILLOS DECORATIVOS DE ARCILLA



**Figura N°33:** Se tomaron 3 muestras de ladrillo decorativo de arcilla y se realizó la toma de medidas con un vernier del alto, ancho y largo del ladrillo en sus 4 esquinas para procesarlas de acuerdo a la NTP 399.604 y NTP 399.613.

## ENSAYO DE ALABEO DE LADRILLOS DECORATIVOS DE ARCILLA



**Figura N°34 Y N°35:** Se tomaron las 3 muestras de ladrillo decorativo de arcilla y se realizaron las mediciones en diagonal con la regla metálica y con la cuña medidora, buscando la convexidad y concavidad en ambas caras del ladrillo, para luego procesarlas de acuerdo a la NTP 399.604 y NTP 399.613.

**ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LADRILLOS DECORATIVOS CON  
TEREFTALATO DE POLIETILENO**



**Figura N°36, N°37, N°38:** Se tomó el peso seco de las 3 unidades a ensayar y luego fueron sumergidas en el agua por 24 horas para posteriormente pesar la unidad húmeda, finalmente estas unidades se dejaron secar al intemperie para volver a su estado en seco.

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DECORATIVOS DE ARCILLA



**Figura N°39, N°40:** Se tomaron las 3 muestras a ensayar en la máquina de compresión que consiste el ladrillo decorativo de arcilla y las planchas de acero que se pondrá en ambas caras para una correcta distribución de las cargas, todo los datos obtenido fueron procesados.

**ANEXO N°04:**  
**FLUJOGRAMA DE PROCESO DE**  
**FABRICACIÓN DE LADRILLOS**  
**DECORATIVOS CON**  
**TEREFTALATO DE POLIETILENO**

