



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de INGENIERÍA CIVIL

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL
AGREGAR FIBRA PET”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Carlos Favio Pio Perez Ryan Guevara

Asesor:

Dra. Sheyla Yuliana Cornejo Rodríguez

<https://orcid.org/0000-0001-8198-2250>

Lima - Perú

2023

Jurado Evaluador

Jurado 1	Christian Marlon Araujo Choque
	Nombre y Apellidos

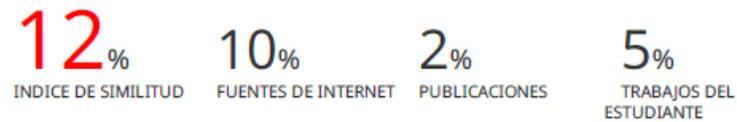
Jurado 2	Anita Elizabeth Alva Sarmiento
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	Sheyla Yuliana Cornejo Rodriguez
	Nombre y Apellidos

Informe de Similitud

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
3	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1%
4	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1%
6	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	<1%
7	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1%
8	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Dedicatoria

Dedicados a todas las personas quienes fueron voces, acciones, desarrollos y combustible de mis acciones que ayudaron a construirme cada 24 horas una mejor versión de mí.

Dedicado a mi familia a mis amigos y sobre todo a mi Madre quien determino el hecho de mis acciones gracias y conductas sus mejores esfuerzos de ser mejor cada día.

Y Por último y no menos importante dedicado a los sin nombres y a los olvidados quienes dan la inspiración de este estudio y una herramienta para ellos.

Lo único que necesita el mal para triunfar es
que los hombres buenos no hagan nada.

(Edmund Burke).

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios por darnos la oportunidad de vida tras los últimos difíciles días, años en los que todo el mundo ha perecido y que nos ha regalado como una nueva oportunidad junto a los nuestros y junto de los que el cual guardamos en memoria de quienes se despidieron en esta Pandemia.

Agradezco a mis padres: Raquel y Carlos por su amor, por su apoyo en estas peripecias y en sus fuerzas que nos dan para darnos un futuro los cuales como recompensa entregamos nuestro éxito y este trabajo fruto de nuestra admiración y respeto.

Agradecemos a todos nuestros docentes de la Universidad Privada del Norte por haber forjado con su conocimiento a lo largo de esta preparación de nuestra profesión de manera profesional y apoyarnos de manera muy especial a nuestro forjado de personalidad ante nuestra carrera.

Finalmente agradecemos a todos aquellos que guardamos en nuestra inocencia, aquellos que son el granito de arena que han llenado y empujado al final de esta carrera y sobre todo ayudarnos a ser lo que somos. Gracias a todas esas personas.

Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pi

Tabla de Contenido

JURADO EVALUADOR	2
IFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE ECUACIONES	11
RESUMEN	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
1. Marco Teórico	13
1.1 Realidad problemática	13
1.2 Antecedentes	20
1.2.1 Antecedente Internacionales	20
1.1.1. Antecedentes Nacionales	26
1.3 Marco conceptual	31
1.3.1 Arcilla	31
1.3.2 Ladrillos (Componentes de la Albañilería Confinada)	36
1.3.3 Mortero.	44
1.3.4 Prismas (Pilas)	47
1.3.5 Propiedades Físicas	51
1.3.6 Propiedades Mecánicas	54
1.3.7 Pet	58
1.3.8 Formulación del Problema	58
1.4 Objetivos	59
1.4.1 Objetivo General	59
1.4.2 Objetivo Especifico	59

1.5 Hipótesis	59
1.5.1 Hipótesis General	59
1.5.2 Hipótesis específica	60
1.6 Operación de Variables	60
1.6.1 Concepto de una Variable	60
1.6.2 Definición Conceptual de Variables	61
1.6.3 Definición Operacional de Variable	62
1.6.4 Dimensiones	62
1.6.5 Indicadores	63
1.6.6 Escala de Medición y Unidades	63
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	66
2.1 Enfoque de la Investigación	66
2.2 Método Especifico	66
2.3 Tipo de Investigación	67
2.4 Nivel de Investigación	68
2.5 Alcance y diseño de la investigación	69
2.6 Población y Muestra de Estudio.	70
2.7 Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos	72
2.8 Materiales	74
2.1.8.1 Instrumentos.	74
2.9 Aspecto Ético	78
3.0 RESPALDO	79
Documentado	79
A. Campo	79
B .Laboratorio (Propiedades físicas y Mecánicas)	81
CAPÍTULO III: RESULTADOS	100
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	118
4.2 Discusión	118

4.2 Conclusión	126
REFERENCIAS	128
ANEXOS	134

Índice de tablas

Tabla 1 Matriz operacional de variables	65
Tabla 2 Cantidad de ladrillos por ensayo y porcentaje Pet.....	71
Tabla 3 Dimensiones de ladrillos solidos al 0 % Pet (Flake)	81
Tabla 4 Dimensiones de ladrillos solidos 3% Pet (Flake)	82
Tabla 5 Dimensiones de ladrillos solidos 5% Pet (Flake)	83
Tabla 6 Clasificación según la variación dimensional	84
Tabla 7 Alabeo de ladrillos solidos de 0 % fibras Pet (flake)	85
Tabla 8 Alabeo de ladrillos solidos de 3 % fibras Pet (flake)	86
Tabla 9 Alabeo de ladrillos solidos de 5 % fibras Pet (flake)	87
Tabla 10 Resumen de resultados de las medidas en promedio del ensayo de alabeo por ladrillo	88
Tabla 11 Absorción de ladrillos solidos con 0 % Pet (Flake).....	89
Tabla 12 Absorción de ladrillos solidos con 3 % Pet (Flake).....	90
Tabla 13 Absorción de ladrillos solidos con 5 % Pet (Flake).....	91
Tabla 14 Resumen de Absorción de ladrillos solidos con y sin Pet (Flake)	92
Tabla 15 Módulo de rotura de ladrillos solidos sin Pet (Flake).....	93
Tabla 16 Módulo de rotura de ladrillos solidos con 3% Pet (Flake)	94
Tabla 17 Módulo de rotura de ladrillos solidos con 5% Pet (Flake)	95
Tabla 18 Resultado general de módulo de rotura	98
Tabla 19 Resumen de módulo de rotura de ladrillos solidos con y sin Pet (Flake)	99
Tabla 20 Resultados general de resistencia a la compresión en ladrillos solidos de 0%,3% y 5%	103
Tabla 21 Promedio de unidad de Ensayo de resistencia al a compresión por tipo de porcentaje	104
Tabla 22 Shapiro-Wilk Test resistencia a la compresión de unidad de ladrillos solidos	105
Tabla 23 Shapiro-Wilk Test resistencia a la compresión en Pilas	105
Tabla 24 Levene Test resistencia a la compresión en Ladrillos	106
Tabla 25 Levene Test resistencia a la compresión en Pilas	106
Tabla 26 Resultados general de resistencia a la compresión en pilas de 0%,3% y 5%	107
Tabla 27 Promedio de unidad de de resistencia al a compresión por tipo de porcentaje PET en pilas.....	107
Tabla 28 Shapiro-Wilk Test Modulo de rotura	111
Tabla 29 Levene Test Modulo de rotura	111
Tabla 30 Anova resistencia a la compresión ladrillos solidos de 0% 3% 5%	112
Tabla 31 Anova resistencia a la compresión en Pilas de 0% 3% 5%	112
Tabla 32 Anova Modulo de rotura ladrillos solidos de 0% 3% 5%	113

Índice de Figuras

Figura 1 Tabla 1 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales	40
Figura 2 Tabla 2 limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para muros confinados	42
Figura 3 Tabla 3 Granulometría de arena	45
Figura 4 Tabla 4 Tipo de mortero.....	46
Figura 5 Métodos para determinar f'_{m} y v'_{m}	48
Figura 6 Tabla 6 Incremento de f'_{m} y v'_{m} por edad.....	49
Figura 7 Tabla 8 Factores de Corrección de f por esbeltez.....	50
Figura 8 Resistencias características de la albañilería mpa (kg/cm ²).....	51
Figura 9 Tabla 8 Medidas del alabeo.....	53
Figura 10 Resistencia a la compresión	57
Figura 11 Diagrama de flujo de investigación.....	77
Figura 12 Propiedades físicas y químicas del PET.....	80
Figura 13 Módulo de rotura sin agregado Pet.....	96
Figura 14 Módulo de rotura con agregado 3% Pet	96
Figura 15 Módulo de rotura con agregado 5% Pet	97
Figura 16 Promedio de unidad de Ensayo de resistencia al a compresión por tipo de porcentaje PET.....	104
Figura 17 Promedio de pilas en ensayo de resistencia al a compresión por tipo de porcentaje PET en pilas.....	108
Figura 18 Resistencia a la compresión sin agregado Pet en ladrillos sólidos.	113
Figura 19 Resistencia a la compresión con agregado 3% en ladrillos solidos.....	114
Figura 20 Resistencia a la compresión con agregado 5% en ladrillos solidos.....	114
Figura 21 Resistencia a la compresión sin agregado Pet	115
Figura 22 Resistencia a la compresión con agregado 3% en Pet Pilas	115
Figura 23 Resistencia a la compresión con agregado 5% Pet en Pilas	116
Figura 24 Resumen grafica de la resistencia a la compresión de ladrillos solidos	116
Figura 25 Resumen grafica de la resistencia a la compresión de Pilas.....	117

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1 Absorción	54
Ecuación 2 Modulo de rotura.....	55
Ecuación 3 Resistencia ala compresión	56

RESUMEN

El objetivo de esta tesis está orientado en analizar el comportamiento de las propiedades mecánicas como es la compresión en relación a su resistencia en ladrillos sólidos y pilas mediante el agregado de fibras de PET (flake) con porcentajes del 3% y 5%. Se realizaron pruebas de resistencia a la compresión y módulo de rotura en ladrillos y pilas de ladrillos, siguiendo las normas técnicas peruanas 399.017, 399.613 y la norma E.070 como referencia. Los resultados determinaron que el agregado de fibras de PET mejora la resistencia a la compresión tanto en ladrillos como en pilas. Sin embargo, se observó que la falta de homogeneidad en el proceso de fabricación puede causar variabilidad en los resultados. Asimismo, la temperatura de horneado y secado demostró ser un factor crucial para lograr una estructura definida en la matriz del ladrillo. En el caso de las pilas de ladrillos, los resultados presentaron variabilidad y no permitieron establecer una correlación clara entre la resistencia y el porcentaje de fibras de PET. Esta variabilidad se atribuye a la influencia de la matriz y la concentración de cemento en lugar del porcentaje de PET en sí. El análisis estadístico ANOVA indicó una variabilidad en los resultados, aunque no alcanzó significancia en la relación entre el porcentaje de PET y la resistencia debido a la falta de homogeneidad en la fabricación y la organización estructural en la matriz.

PALABRAS CLAVES: : Resistencia a la compresión, fibra de Pet, normas técnicas peruanas 399.017, 399 .613, 399.605 norma técnica de edificaciones E.070, homogeneidad, curado, análisis estadístico.

Capítulo I: Introducción

1. Marco Teórico

1.1 Realidad problemática

En ocasiones es necesario retroceder y considerar cómo las decisiones diarias que tomamos tienen un impacto en el planeta; en nuestros océanos hay entre 75 y 199 millones de toneladas y, según Meijer et al. (2021), ingresa a los océanos entre 0,8 y 2,7 millones de toneladas adicionales anualmente. La contaminación por plásticos tiene un impacto en casi todos los lugares y espacios de los océanos, incluidos los mares del Ártico lejanos y las profundidades del mar. Una preocupación adicional es que se preve que la producción de gases de efecto invernadero, de gases de efecto invernadero relacionadas con la fabricación, utilización y desecho de plásticos convencionales, que provienen de combustibles fósiles, aumenten hasta llegar a cerca de 2,1 gigatoneladas de equivalente de dióxido de carbono (GtCO₂e) para el año 2040 (UNEP, 2021).

Uno de los principales problemas ambientales actuales es la contaminación por desechos plásticos. Aproximadamente 8 millones de toneladas de plástico se desperdician anualmente en los océanos, lo que equivale a vaciar un camión de basura cada minuto. Si no cambiamos de rumbo, en 2030 aproximadamente nuestros océanos tendrán 53 millones de toneladas métricas de plástico lo cual sería aproximadamente la mitad del total del peso capturado anualmente en el océano (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2021).

Estas cifras requieren cambios significativos en su administración de elementos o derivados de desechos plásticos. Según los estudios publicados por el Observatorio de Salud y Medio Ambiente. De acuerdo con los artículos, el Instituto DKV de la Vida Saludable y ECODES, esto será el más grande desafíos ambientales del de este siglo. Este informe no solo explica la realidad de la contaminación del plástico en nuestra actualidad, cómo ha surgido, sus efectos en nuestra salud y el planeta, sino también las soluciones que se deben tomar para convertir este mal elemento en un aliado y no el protagonista de uno de los mayores problemas medioambientales de nuestro siglo, (Instituto DKV de la Vida Saludable & ECODES, 2021)

La producción mundial de plástico ha aumentado de 1.5 millones de toneladas en 1950 y aproximadamente 390.7 millones de toneladas en 2021 debido a la gran demanda de plástico. Es complicado comprender esta magnitud, que equivale a 13 millones de camiones cisterna de 30 toneladas. La demanda se espera que aumente continuamente hasta aproximadamente 590 millones de toneladas métricas para 2050. (Statista Research Department, 2023).

Se espera que para el año 2040, entre 23 y 37 millones de toneladas de plástico llegarán a los océanos. Este volumen de residuos plásticos será equivalente al peso de más de 2400 veces la Torre Eiffel. Estos desechos y sobrantes son transportados por las grandes masas marinas, creando enormes concentraciones o islas de este elemento. La isla más grande en el Pacífico Norte se encuentra entre la costa de California y Hawái y lo denominan el "Gran Parche de Basura del Pacífico" (GPGP, por sus siglas en inglés, Great Pacific Garbage Patch). Su superficie

supera la de países como España, Francia y Alemania. juntas, (Lebreton et al., 2018; UNEP, 2021).

Aunque el Gran Parche de Basura del Pacífico es la isla de basura más grande, no es la única. Existen diversas acumulaciones de residuos plásticos dispersas a lo largo de nuestros océanos. Sorprendentemente, el Mediterráneo, a pesar de albergar sólo el 1% de las aguas del mundo, está considerado como el lugar con mayor acumulación de residuos plásticos.

Paradójicamente, este mar concentra el 7% de los micro plásticos del planeta, que son partículas de que rondan aproximadamente 5 milímetros de diámetro, (Boucher, J. y Billard, G. 2020)

Una tercera parte de los desechos plásticos termina en tierras o cuerpos de agua dulce. Se calcula que la contaminación producida por microplásticos en la tierra es de 4 a 23 veces mayor que en el medio acuático. Uno de los ejemplos relacionados con este tipo de contaminación es causada por las fibras textiles que se atrapan en los lodos de las aguas residuales que también se utilizan con frecuencia como abonos. Como resultado de todo este proceso tenemos toneladas de microplásticos depositados en nuestras tierras. (Horton, A. A., Walton, A., Spurgeon, D. J., Lahive, E., & Svendsen, C. 2017)

Tan solo China, Filipinas, Tailandia, Vietnam e Indonesia son productores del 60 por ciento de plásticos que se inyectan anualmente en los océanos y ponen en peligro el ecosistema marino mundial. Esto demuestra la necesidad de optimizar la gestión de desechos en estos países

y en otros a través de procesos de reciclaje y otras técnicas que reduzcan el impacto de este, (Ocean Conservancy and McKinsey Center for Business and Environment. 2015)

Además, 2.32 de las 6.71 millones de toneladas métricas que se desechan al mar anualmente pertenecen a las cinco naciones, siendo China, el coloso continental, la principal nación contaminante de plásticos en el mar debido a su rápido crecimiento económico, lo que aumenta el consumo y el desecho de plásticos, (Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., & Law, K. L. (2015)

Antes del Día Mundial del Agua, Ocean Conservancy publicó un informe adicional que indica que tanto los sistemas de manejo de desechos como las instalaciones de reciclaje en estos países no están avanzando al mismo ritmo. Esto se debe a los déficits duales, tanto a nivel municipal como a los actores a lo largo de la cadena de valor de la gestión de residuos y el reciclaje, sobre todo a las micro, pequeñas y medianas empresas, que carecen de capital para prácticas y tecnologías de reciclaje. Como resultado, una parte considerable de la basura acaba en el mar, Ocean Conservancy and McKinsey Center for Business y Environment. (2021)

Uno de los efectos directos de la presencia de plásticos de diversos tipos en los océanos es la muerte de un gran número de animales marinos debido a la ingestión de estos materiales, especialmente por parte de las aves marinas. Con frecuencia son estas especies las que se utilizan como indicadores de contaminación, brindando una idea del impacto de contaminación por plástico. Jiménez, S., Domingo, A., Brazeiro, A., Defeo, O., & Phillips, R. A. (2015)

De acuerdo con una infografía desarrollada por la Fundación Aquae y basada en datos del Servicio de Estudios del Parlamento Europeo, Greenpeace y WWF, se ha identificado que los países ribereños del mar Mediterráneo, donde residen aproximadamente 150 millones de personas, están contribuyendo significativamente a la contaminación del mar. Los principales emisores de plásticos en el "mare nostrum" son Turquía, con 144 toneladas al día, seguida de España con 126 toneladas, Italia con 90 toneladas, Egipto con 77 toneladas y Francia con 66 toneladas, Fundación Aquae. (2023)

La producción y consumo en América de plásticos en la región ha tenido un enorme crecimiento en las últimas cuatro décadas. En América Latina, la producción de resinas plásticas se encuentra principalmente en cinco países. Brasil lidera la región con el 48% de la capacidad de producción instalada. Le sigue México, que cuenta con el 29% de la capacidad de producción. Argentina, Colombia y Venezuela completan la lista con el 10%, 8% y 5% de la capacidad de producción respectivamente, Moskat, M., Bianco, C., y Isso, F. (2021).

Aunque el consumo per cápita de plásticos en la región se encuentra por debajo del promedio mundial, ha mostrado una tendencia creciente en comparación con años anteriores. En la década de 1980, el consumo anual de plásticos por persona en la región era de solo 7 kg. Sin embargo, para 2005, esta cifra aumentó a 21 kg por persona al año. La industria anticipó un crecimiento que elevó el consumo per cápita a 32 kg al año en 2015. Según las estimaciones más recientes, este valor ha aumentado aún más y se sitúa alrededor de los 37 kg por persona al año. Moskat, M., Bianco, C., y Isso, F. (2021).

Actualmente, el consumo per cápita de plásticos en los principales países de la región se puede clasificar en orden decreciente de la siguiente manera: México lidera con 55 kg/hab/año, seguido de cerca por Chile con 54 kg/hab/año. Argentina se sitúa en tercer lugar con 42 kg/hab/año, seguida de Brasil con 37 kg/hab/año, Perú con 33 kg/hab/año y Colombia con 28 kg/hab/año. Estos valores se acercan al promedio mundial de 45 kg/hab/año, pero son significativamente menores que los estimados en 2015 para Europa Occidental (136 kg/hab/año), Japón (108 kg/hab/año) y Norteamérica (139 kg/hab/año), Moskat, M., Bianco, C., y Issa, F. (2021).

El 80% de los desechos marinos tienen su origen en fuentes terrestres, siendo los plásticos, especialmente aquellos relacionados con envases de alimentos y bebidas, la principal fuente de contaminación. América Latina y el Caribe generan cada día unas 17,000 toneladas de residuos plásticos. Esta problemática involucra a México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y Colombia. A pesar de un amplio desarrollo en la industria transformadora del plástico en la mayoría de los países de la región, la producción de resinas plásticas se concentra principalmente en cinco naciones, que están vinculadas a la industria petrolera: Brasil, México, Argentina, Colombia y Venezuela. parafrasea de manera fluida, Plan de Acción de Basura Marina. (2022).

En Perú, se consume alrededor de 950,000 toneladas de plástico al año, siendo Lima y Callao los principales generadores, con más de 886 toneladas de residuos plásticos diarios. Sin embargo, solo una cuarta parte de estos desechos se recicla en productos duraderos, mientras que

el restante se acumula en vertederos y tarda cientos de años en degradarse. Cada año, se utilizan aproximadamente 3 mil millones de bolsas de plástico, lo que equivale a casi 6 mil bolsas por minuto. Según la Ellen MacArthur Foundation, si los patrones actuales de producción y consumo persisten, para 2050 habrá más plástico que peces en los océanos y se espera que alrededor del 99% de las aves haya ingerido plástico, Ministerio del Ambiente. (2018)

Para abordar esta situación, Oceana ayudó a promover la Ley de Plásticos (Ley No 30884), que entró en vigor el 20 de diciembre de 2018. Esta ley estableció normas para el plástico de un solo uso, otros plásticos no reutilizables y Tecnopor, envases o recipientes descartables de poliestireno expandido. Es cierto que, en sus primeros años, esta ley tuvo un impacto positivo. Por ejemplo, el uso de bolsas plásticas en el país se redujo en un 30% en 2019. Sin embargo, con el tiempo, su eficacia se ha reducido debido a la falta de reglamentos técnicos y supervisión, Contraloría General de la República. (2018).

La contribución diaria de en Lima Metropolitana y el Callao con respecto a la contaminación al medioambiente de residuos plásticos representando el 46% de residuos a nivel nacional.

1.2 Antecedentes

1.2.1 Antecedente Internacionales

Marruecos. Limami, H., Manssouri, I., Cherkaoui, K., & Khaldoun, A. (2020), Study of the suitability of unfired clay bricks with polymeric HDPE & PET wastes additives as a construction material.

El objetivo de este estudio fue evaluar las propiedades de ladrillos de arcilla sin cocer utilizando aditivos poliméricos y determinar cómo afecta la porosidad y resistencia de los ladrillos.

La metodología que se realizó fue alto contenido experimental empleando la extracción de la arcilla de la región cansino el cual se le hizo pruebas de difracción de rayos x y fluorescencia .se realizó los la elaboración del ladrillo con aditivos polímeros Pet de ($\delta \leq 1$ mm; $1 \text{ mm} \leq \delta \leq 3 \text{ mm}$ y $3 \text{ mm} \leq \delta \leq 6 \text{ mm}$) con técnicas de fundido a grados de 300 Celsius para la mezcla de la arcilla y el polímero de una forma eficiente .Se realizaron pruebas de porosidad densidad , absorción de agua y resistencia a la compresión para evaluar sus propiedades .

Los hallazgos del estudio indicaron que tanto el porcentaje como el tamaño del aditivo de plástico aumentaron la porosidad de las muestras de ladrillos de arcilla. Los aditivos de PET y HDPE produjeron muestras de ladrillos más porosas que los aditivos de PET. Además, se descubrió que a medida que aumentaba el porcentaje y el tamaño del aditivo, las propiedades

mecánicas de las muestras de ladrillos aumentan. Se encontró una correlación positiva entre la porosidad y la resistencia a la compresión de las muestras de ladrillos.

Se concluye que el nivel de porosidad de las muestras de ladrillos aumenta a medida que se aumenta el porcentaje de aditivo. Además, se agrega también que el coeficiente de absorción es más alto y, según las pruebas por densidad se clasifican como ladrillos lajeros.

China. Ge, Z., Yue, H., & Sun, R. (2015), Properties of mortar produced with recycled clay brick aggregate and PET

Este estudio tuvo como objetivo explorar la posibilidad de utilizar tereftalato de polietileno (PET) reciclado y ladrillo de arcilla (CB) para crear un nuevo tipo de mortero. El PET, en lugar del cemento, actuó como aglutinante, formando una barrera contra la penetración del agua en el agregado CB, lo que resolvió los problemas de durabilidad.

En cuanto a los procedimientos, se trituró el ladrillo de arcilla para producir un agregado fino reciclado. Luego, se pesaron y mezclaron a mano el PET, la ceniza volante y el agregado CB según la proporción de mezcla. La mezcla se calentó en el horno hasta que el PET se derritió por completo. Se realizaron pruebas de resistencia a la compresión y a la flexión, así como pruebas de absorción de agua. También se probó la resistencia del mortero PET al ataque del sulfato utilizando un método de secado y humectación. Finalmente, se utilizó un microscopio electrónico de barrido (SEM) para examinar la microestructura del mortero PET reciclado.

Los resultados mostraron que, con una proporción de mezcla y curado adecuados, la resistencia a la compresión y a la flexión del mortero PET podría alcanzar 42.5 MPa y 12.6 MPa, respectivamente. El mortero PET tenía una baja absorción de agua del 0.87% y una alta resistencia a la penetración de iones de cloruro y al ataque de sulfato.

En conclusión, el mortero PET tiene un rápido desarrollo de resistencia y alta durabilidad, por lo que podría utilizarse como material de reparación rápida para sellar y parchear pavimentos tanto de asfalto como de hormigón. Debido a su baja absorción y alta durabilidad, el mortero PET también podría utilizarse en ambientes corrosivos o como material de protección para refuerzos de acero. Además, el mortero PET podría utilizarse para prefabricar ladrillos o barreras.

Marruecos. Limami, H., Manssouri, I., Cherkaoui, K., Saadaoui, M., & Khaldoun, A. (2021), Thermal performance of unfired lightweight clay bricks with HDPE & PET waste plastics additives.

El estudio tubo como prioridad investigar el rendimiento térmico y propiedades mecánicas de los ladrillos no cocidos añadiendo aditivos de plásticos poliméricos, específicamente HDPE y PET. El objetivo era entender cómo estos aditivos afectan las propiedades mecánicas, una propiedad clave para su uso en la construcción.

La metodología que se usó para lograr esto, fueron pruebas de conductividad térmica y capacidad calorífica específica para evaluar el rendimiento térmico de las muestras de ladrillos y la prueba de la resistencia a la compresión. Además, se llevó a cabo una simulación de inercia térmica dinámica en el software TRNSYS para analizar el rendimiento térmico de las muestras de ladrillos preparadas cuando se utilizan como material de construcción en el clima de Bensmim, en la región de Ifrane.

Los resultados mostraron que la resistencia a la compresión de los ladrillos disminuye con el aumento del tamaño de la proporción de los aditivos junto al tamaño de partículas que corresponden a desechos plásticos. Por ejemplo, se demostró que con los ejemplares basados en Pet experimentaron una mejora del 63% en la conductividad térmica, pero a su vez una reducción del 69% en la resistencia a la compresión

En conclusión, se descubrió que las propiedades térmicas mejoradas se obtienen con aditivos de residuos plásticos de mayor tamaño de partículas. Sin embargo, esto se da a expensas de la resistencia a la compresión mecánica. Por lo tanto, la relación entre la conductividad térmica y las propiedades mecánicas es inversamente proporcional, ya que cuando hay una mayor ganancia en rendimiento térmico, también hay mayores reducciones en la propiedad mecánicas como la compresión en relación a su resistencia. Se observó también que muestras con un contenido aditivo del 7% de residuos plásticos de polietileno de alta densidad (HDPE) presentaron las características ideales para garantizar una buena resistencia mecánica y cumplir

con los requisitos del código de construcción, al mismo tiempo que mejoran las propiedades térmicas. Esto resulta en un material de construcción con excelentes características aislantes.

Brazil. Silva, T. R., Cecchin, D., Azevedo, A. R. G., Valadão, I., Alexandre, J., Silva, F. C., Marvila, M. T., Gunasekaran, M., Filho, F. G., & Monteiro, S. N. (2021). Technological Characterization of PET—Polyethylene Terephthalate—Added Soil-Cement Bricks

Este estudio realizó investigaciones correlacionadas con las propiedades de los ladrillos de arcilla-cemento los cuales se ven afectadas por la incorporación de desechos de polietileno tereftalato (PET). Para lograr dicha investigación, se realizaron diferentes tipos de análisis como son los granulométricos y límites de consistencia, esto con el fin de asegurarse de que la arcilla utilizada en el estudio era adecuada para la fabricación de ladrillos de arcilla-cemento. Además, se llevaron a cabo pruebas de compactación para determinar la humedad óptima y la energía de compactación. Se utilizó microscopía electrónica de barrido (SEM) para realizar un análisis morfológico del PET incorporado en los ladrillos.

Los resultados mostraron que un aumento en la resistencia a la compresión ocurrió en ladrillos con diferentes mezclas de PET (20% y 30%). Las muestras con 20% de PET alcanzaron el valor medio de resistencia a la compresión requerido por la norma ABNT NBR 15270-1 [51], que recomienda 1.5 MPa como valor mínimo.

En este estudio se llega a la conclusión que la incorporación de PET puede considerarse una alternativa para aplicaciones no estructurales en ladrillos de arcilla-cemento como el cierre de paredes en el proceso de construcción de estructuras. Sin embargo, es necesario considerar más estudios sobre el ciclo de vida y la durabilidad de este tipo de material con el fin de mejorar las aplicaciones y evitar mayores impactos ambientales. Como se demostró en los ladrillos hechos con un 20% de desechos PET, este estudio demuestra que es posible reducir los efectos ambientales.

Sud Africa. Aneke, F. I., Awuzie, B. O., Mostafa, M. M. H., & Okorafor, C. (2021), Durability Assessment and Microstructure of High-Strength Performance Bricks Produced from PET Waste and Foundry Sand.

En este estudio se propuso que se investigue el uso de arena de fundición y desechos de PET para fabricar ladrillos de mampostería. El objetivo era crear ladrillos que fueran más duraderos y más resistentes los ladrillos de arcilla convencionales.

La metodología para lograr esto, se utilizó una mezcla de 30 % de desechos de PET y 70 % de arena de fundición para producir ladrillos. Las propiedades mecánicas de los ladrillos de arcilla y sus propiedades para la compresión se probaron tres días después de la producción. Además, se realizó un estudio morfológico comparativo con microscopio electrónico de barrido (SEM) y se evaluó la Tasa Inicial de Absorción (IRA).

Los hallazgos del estudio fueron impresionantes. En con relación a los ladrillos de arcilla cocida y las variantes producidas demostraron un mejoramiento en las propiedades mecánicas como la compresión de forma significativamente mayor. Las unidades fabricadas con la mezcla mencionada tenían mejor desempeño a la compresión, la cual fue 36,18 MPa, aproximadamente un 60,31% más alta que la de los ladrillos fabricados con solo arcilla. Además, la comparación con los ladrillos de arcilla cocida utilizados en este estudio y los ladrillos de residuos plásticos fue un aumento a la compresión de un promedio del 57%.

En conclusión, estos hallazgos sugieren que los residuos de PET y la arena de fundición pueden utilizarse eficazmente en la producción de ladrillos, ofreciendo propiedades mejoradas de resistencia y durabilidad en comparación con los ladrillos tradicionales de arcilla cocida. Esta técnica no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también tiene beneficios económicos potenciales

1.1.1. Antecedentes Nacionales

Cajamarca. Evelyn Echeverría (2017), Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado.

Esta investigación tiene el objetivo principal de determinar sus propiedades físico-mecánicas del concreto con plástico PET reciclado, tal como se describe el control de parámetros en la norma E.0.70.

Para lograr estos objetivos, se definieron las cantidades ideales de cada agregado para la mezcla del concreto para así crear un ladrillo de clase IV.

Luego, se realizó el agregado de plástico PET triturado en porcentajes aumentados del 0%, 3%, 6% y 9% a la mezcla, lo que resultó en cuatro tipos diferentes de ladrillos.

En comparación con los ladrillos de arcilla horneados, los ladrillos fabricados mostraron propiedades mecánicas significativamente superior. Se encontró que los ladrillos construidos con la mezcla mencionada tenían una resistencia de 36.18 MPa, alrededor del 60.31% más alta que la de los ladrillos de arcilla horneada. Además, en comparación con los ladrillos de arcilla horneada utilizados, los ladrillos hechos de desechos plásticos demostraron una mejora promedio del 57% en compresión.

También se observó que al agregar el molido de plástico PET reciclado, las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto no mejoraron; en comparación con la mezcla estándar, la resistencia disminuyó en un máximo de 51.5 kg/cm², o 31.8%. Sin embargo, los tres tipos de ladrillos de concreto con plástico PET reciclado cumplen con los requisitos de la norma E.070:2006 en términos de propiedades físico-mecánicas.

Piura, Pastor Castillo, A., Salazar Oliva, J. P., Seminario Regalado, R., Tineo Camacho, A., & Zapata Valladolid, J. C. (2015). Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado.

El propósito principal de este estudio fue diseñar una planta que pudiera fabricar adoquines utilizando cemento y plástico reciclado. La implementación de esta planta podría tener

beneficios ambientales para la provincia de Piura., Perú, al fabricar adoquines ecológicos que se pueden utilizar para la construcción de nuevos caminos.

Metodología: Aunque los detalles específicos sobre la metodología empleada no están disponibles en los resultados de búsqueda, generalmente este tipo de estudios implicaría una investigación exhaustiva sobre los materiales y procesos necesarios para fabricar adoquines de cemento y plástico reciclado. Esto podría incluir experimentos para determinar las proporciones óptimas de cemento y plástico, así como pruebas para evaluar la resistencia y durabilidad de los adoquines producidos.

Resultados y Conclusión: Los resultados específicos y las conclusiones del estudio no están disponibles en los resultados de búsqueda. Sin embargo, el objetivo del estudio sugiere que los investigadores esperaban que su trabajo resultara en la fabricación exitosa de adoquines respetuosos con el medio ambiente hechos de cemento y plástico reciclado.

Lima. Chuquiyaury Arango, Jose Luis. (2020). Diseño de Ladrillo incorporando plástico PET para disminuir la conductividad térmica en muros exteriores de viviendas de ciudad Gosen.

Este estudio fue realizado con la intención de investigar los efectos de agregar plástico PET a los ladrillos y desarrollar un nuevo ladrillo que solucione y contra reste los friajes aislándola de la temperatura exterior.

Los hallazgos del estudio revelaron que a medida que se incorpora más PET en la mezcla, las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto y PET disminuyen. Sin embargo, todos los

ladrillos elaborados cumplen con los estándares de la norma E.070. La resistencia a compresión axial y al corte de las pilas y muretes de los ladrillos elaborados con Pet también disminuyen, pero aun así cumplen con los estándares referenciales en norma E.070 ya establecidos.

Esto se logró junto a un enfoque cuantitativo y un diseño experimental. El ladrillo con plástico PET incorporado fue la variable independiente, mientras que la conductividad térmica fue la variable dependiente. Se manipularon los porcentajes del agregado de plástico en relación a los ladrillos y se evaluaron los resultados en términos de conductividad térmica.

En conclusión, aunque el agregado Pet afecte principalmente las propiedades mecánicas de concreto, todas las unidades cumplen con los estándares exigidos por la norma E.070, por lo que pueden ser utilizados estructuralmente. A pesar de que las propiedades mecánicas no mejoran con en agregado, esta nueva unidad podría ser una alternativa viable para reducir el impacto ambiental en el sector de la construcción.

Lima. Consejo Peruano de Construcción Sostenible y Eco Green,2011, Primera casa Ecológica del Peru.

En 2011 se presentó la primera casa ecológica del Perú, construida en la urbanización Arboleda del distrito de Carabayllo, Lima¹. Esta casa fue construida con materiales de construcción reciclados como el acero galvanizado¹. Owen Reynolds, gerente de Eco House, la

empresa encargada de la edificación y diseño, indicó que en la urbanización existen 10 mil lotes, de los cuales Eco House pretende construir al menos el 5%¹.

Estas casas buscan el ahorro de energía, reducir el uso innecesario de materiales de construcción contaminantes y, además, presentan una estética única y agradable¹. Además de su resistencia superior, estas casas ecológicas también son más económicas y rápidas de construir que las viviendas convencionales. La construcción de una vivienda convencional en 100 m² cuesta en promedio 48 mil dólares (todos los acabados incluidos), y puede tardar hasta 5 meses. Mientras tanto, el costo de una casa ecológica de iguales proporciones y acabados es de 32 mil dólares aproximadamente. Su construcción tarda apenas dos meses y no genera desechos, pues todo es reutilizable².

Estas casas no solo son beneficiosas para el medio ambiente y económicas, sino que también son autosuficientes en términos energéticos. Los techos de la vivienda tienen baterías incorporadas que se cargan con el sol durante el día en regiones como Arequipa, lo que permite que la casa genere su propia energía para la iluminación, uso de artefactos electrónicos, agua caliente, calefacción, aire acondicionado, etc.

1.3 Marco conceptual

1.3.1 Arcilla

1.3.1.1 Definición de arcilla. Se define a un material natural compuesto principalmente de minerales de grano o partículas finas que tienen propiedades plásticas con contenido de agua apropiada y se endurece cuando se seca o se pone en condiciones de cocción. Si bien no existe un rango de tamaño universal aceptado para la arcilla se especifica dentro del rango $<1/256$ mm (<4 μ m), Mukherjee, S. (2013). The Science of Clays: Applications in Industry, Engineering and Environment.

1.3.1.2 Composición de la arcilla. La arcilla está compuesta principalmente de dos tipos de minerales: los minerales arcillosos y los minerales asociados junto a sustancias amorfas. Los minerales arcillosos son un tipo de minerales que pertenecen a la subclase de filosilicatos de la clase de silicatos. Estos aportan propiedades plásticas al material y, en condiciones apropiadas, se endurecen durante los procesos de secado o cocinado cuando contienen agua.

Por otro lado, los minerales asociados son aquellos que no aportan las propiedades mencionadas. Al contrario, su presencia puede disminuir estas propiedades a medida que aumentan en la arcilla, lo que resulta en una disminución del valor del material. Estos minerales asociados pueden ser minerales de óxidos e hidróxidos de hierro, y óxidos e hidróxidos de aluminio.

Por último, la arcilla también contiene sustancias amorfas y orgánicas, las cuales se denominan como asociados. A pesar de que estos elementos no afectan las propiedades del material de la misma manera que los grupos anteriores, pertenecen a un tercer grupo y no pueden ser detectados mediante difracción de rayos X debido a su falta de cristalinidad

Además, se agrega a este concepto que todo mineral no filosilicato que imparta las propiedades de plasticidad, secarse y endurecerse será clasificado como mineral arcilloso, pero este debe ser estable en su estado natural presente en la arcilla, Mukherjee, S. (2013). *The Science of Clays: Applications in Industry, Engineering and Environment*

Composición Química de la Arcilla. Como habíamos mencionado anteriormente la arcilla está compuesta químicamente por dos principales minerales que son:

Los minerales arcillosos. Los minerales arcillosos se refieren a todos los minerales filosilicatos y a aquellos minerales que aportan plasticidad a la arcilla, permitiendo su endurecimiento al secarse o cocerse. Estos minerales pertenecen a la subclase de filosilicatos de clase de silicato los que contienen una estructura básica de todos los minerales de silicato que es SiO_4^{-4} en la que cada Si^{+4} está rodeado por cuatro O^{-2} en coordinación tetraédrica. Cada tetraedro tiene una carga negativa desequilibrada que puede neutralizar mediante la unión con cationes (Mg^{+2} , Fe^{+2} , Al^{+3}) o mediante la unión de dos o más tetraedros. Esto significa que los minerales arcillosos son un tipo especial de minerales que, debido al desequilibrio de carga

negativa, tienden a formar uniones con cationes y a unirse entre sí para formar estructuras más grandes.

En el caso de los minerales arcillosos se especifica que dentro de la clase de los silicatos que se subdivide en varias subclases basadas en la unión y disposición interna de los SiO_4^{-4} , muchos tetraedros se unen para formar una disposición de forma de hoja bidimensional dando las características que permite que las partículas se deslicen una sobre otras lo que da la propiedad de plasticidad. Además, cuando la arcilla se somete a altas temperaturas como el proceso de cocción los enlaces entre los tetraedros se vuelven más fuertes confiriendo una alta resistencia a la compresión Mukherjee, S. (2013). The Science of Clays: Applications in Industry, Engineering and Environment.

Minerales Asociados. En este grupo se especifica algunos silicatos oxidados e hidróxidos que están presentes como minerales asociados en la arcilla que no imparten las propiedades mencionadas, sino que al contrario la disminuye a medida de su cantidad o proporción de estos minerales aumente dentro de ella. Algunos minerales asociados especialmente los óxidos e hidróxidos de hierro imparte características como color rojizo o marrón y persisten luego de su colección Mukherjee, S. (2013). The Science of Clays: Applications in Industry, Engineering and Environment.

Fases Asociadas. En este último grupo, se identifican materiales orgánicos amorfos que no pueden detectarse por su cristalinidad, como es el caso de los minerales arcillosos y minerales

asociados, mediante la difracción de rayos X. Estos materiales orgánicos amorfos son aquellos que no tienen una estructura cristalina definida. En la arcilla, estos se manifiestan como nanopartículas amorfas que pueden afectar propiedades como la humedad, el límite líquido, la plasticidad y las características de resistencia al corte del suelo. Ejemplos de estos materiales orgánicos incluyen la turba, el estiércol y el humus, que son componentes importantes del suelo, Mukherjee, S. (2013). The Science of Clay: Application in Industry, Engineering and Environment.

1.3.1.3 Características Físicas de la Arcilla.

Plasticidad. Se refiere a una de las propiedades fundamentales de un producto natural o suelo de grano fino, la cual depende del contenido de agua. Aunque existen cuatro estados: sólido, semisólido, plástico y líquido, es al estado plástico al que se hace referencia como uno de los límites de Atterberg. Este se utiliza para distinguir entre limo y arcilla, así como sus respectivos tipos. Además, la plasticidad se refiere a la capacidad de la arcilla húmeda para deformarse permanentemente sin agrietarse. Esta propiedad se mide mediante el índice de plasticidad que es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico ($PI = LL - PL$). Los suelos con un alto PI tienden a ser arcilla, aquellos con un PI más bajo tienden a ser limo. La plasticidad es una propiedad fundamental de un suelo o elemento natural, (Mukherjee, S. (2013). The Science of Clays: Applications in Industry, Engineering and Environment.

Contracción. Esta propiedad se refiere a la disminución de su volumen cuando este se seca o se cocina, la pérdida de su volumen dependerá del tipo de arcilla las cuales en algunas

llegan a tener un 10 por ciento de su volumen. Esto ocurre por la propiedad del plástico que absorbe grandes cantidades de agua. Cabe resaltar que estos cambios de volumen pueden afectar las propiedades finales del material incluyendo densidad y resistencia, (Mukherjee, S. 2013.)

Porosidad: Se denomina a la estrecha vinculación de la arcilla y el contenido de agua cuando se evapora siendo significativo este cambio afectando las propiedades de la materia como el volumen dando así lugar al proceso conocido como contracción, (Bergaya, F., & Lagaly, G. (Eds.). 2013)

Refractariedad: Se denomina a la propiedad que tiene todas las arcillas para resistir temperaturas muy altas y condiciones severas sin sufrir una alteración significativa en sus propiedades físicas o químicas. Este grado de diferencia de refractariedad dependerá de la cantidad de compuesto de sílice, alúmina y óxido de calcio, (Mukherjee, S. 2013.)

1.3.1.4 Tipo de Arcillas para la Elaboración de Ladrillos. El tipo de elemento para la elaborar los ladrillos está relacionado por la dependencia de las condiciones y factores que influyen en el lugar de su extracción, dependiendo de este elemento, que es la arcilla, se determinara las propiedades que van a tener la mezcla relacionado con el ladrillo a futuro. Es por esta razón que las arcillas más comunes o usadas son

Arcilla Refractaria. En esta arcilla la caolinita que es de origen sedimentario antigénico es el principal constituyente de este tipo de arcilla. Esta arcilla tiene propiedades plástica y

resistente a altas temperaturas teniendo puntos de fusión superiores a 1600 Celsius y se utiliza en la producción de ladrillos refractarios (Mukherjee, S. 2013.)

Arcilla Común. Se compone principalmente de illita y esmectita, con una pequeña cantidad de caolinita y arcilla de capa mixta. Un mineral comúnmente relacionado es la clorita. Es una arcilla plástica formada por la meteorización de las rocas. Se utiliza en ladrillos, tuberías, suelos, azulejos de pared y drenaje, entre otros materiales de construcción. Debido a la presencia de impurezas que deterioran su calidad, no se puede usar en porcelana, pero a veces se usa en productos cerámicos de baja calidad, (Mukherjee, S. 2013.)

1.3.2 Ladrillos (Componentes de la Albañilería Confinada)

Se define como albañilería reforzada como una técnica de construcción que se caracteriza por el uso de elementos de concreto armado en todo su perímetro, los cuales se vacían después de la construcción del muro compuesto de unidades de albañilería denominadas ladrillos. En este tipo de edificaciones, los muros del primer nivel se consideran confinados horizontalmente por la cimentación de concreto. Este método proporciona una mayor resistencia y durabilidad a la estructura, lo que lo hace ideal para la construcción de viviendas y edificios.

1.3.2.1 Unidad de Albañilería. El ladrillo en la albañilería se refiere a las piezas que pueden manipularse con una sola mano debido a sus dimensiones y pesos compuestas por arcilla como materia prima para fabricar estas unidades de albañilería. Pueden ser sólidos, huecos o tubulares y pueden fabricarse manualmente o industrialmente, (E.070, 2019)

Además, las unidades de albañilería se definen por su materia prima que son agregados minerales terroso que en su mayoría son silicatos de aluminio e hidratos, esquistos arcillosos y arcilla superficial con propiedades plásticas cuando se encuentra saturada y pulverizada dando la posibilidad de su moldeado, extruido o prensado en forma de prisma rectangular. Otra propiedad es la rígides y vidriosidad cuando se encuentra secas, quemada o cocidas en un horno. El ladrillo es fabricado por dos formas y tal como hemos especificado pueden ser de manera artesanal e industrial, su designación está vinculado de acuerdo a sus características las cuales son por su tipo, por su sección y dimensiones, NTP 331.017:2003 (Revisada el 2015)

Los ladrillos pueden ser clasificados por el área equivalente, que es mayor o menor al 75 por ciento de su sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie además de los ladrillos cuya característica es contener huecos paralelos. Tal como lo determina la Norma. E 0.70 y especificada en la norma técnica peruana 331.017:2003 que son:

Ladrillos Macizos. Este ladrillo tiene un área neta de 75 % o más de área bruta de la misma sección en cualquier sección paralela a su superficie de asiento.

Ladrillos Perforados. En el caso de este ladrillo su área neta es menor de 75 % del área bruta de la misma sección.

Ladrillos Tubulares. En este tipo de ladrillos se caracteriza por sus huecos paralelos a la superficie de asiento.

También los ladrillos son evaluados por sus dimensiones que deben conformar de acuerdo a su designación las que son:

Largo: Se denomina a la dimensión mayor con respecto a la superficie.

Ancho: Viene hacer la medida menor de superficie de asiento.

Alto: Se le denomina a la dimensión perpendicular de asiento del elemento.

Área Bruta. Se le denomina al área total obtenida por multiplicar su ancho y largo de la superficie del asiento del espécimen.

Área Neta. Esta dimensión es obtenida ala resta de la dimensión bruta con el área de lo vacíos del espécimen.

Estas dimensiones son requisitos para el control de calidad de los ladrillos de arcilla cocida los cuales especifica en la norma técnica peruana 399 -613:2017.

Nota: se especifica que la unidad que es el ladrillo para esta investigación está relacionada con la albañilería confinada según la el cual se determina todos sus aspectos en el capítulo 3 de Norma E.070 albañilería y siendo el ladrillo macizo tal como lo especifica la norma

técnica peruana (NTP. 2017.Norma 399.613) y evaluado en control de calidad por la norma técnica peruana, (NTP. 2017.Norma 331.613) , (NTP.2019.Norma E.070).

1.3.2.2 Clasificaciones de Ladrillos con Fines de Albañilería Confinada para Fines

Estructurales. La clasificación de ladrillos para fines estructurales se da por aspectos de variación dimensional, alabeo y resistencia a la compresión. Estos aspectos se detallan en las siguientes líneas:

- ***Variación Dimensional.*** Se determina mediante ensayos para tener conocimiento si ha experimentado cambios en las dimensiones luego de ciertas condiciones como temperatura o humedad de esta forma tiene se tiene una visión del ajuste de los ladrillos entre sí en una estructura de albañilería.
- ***Alabeo.*** Es en esta área donde determina si un ladrillo esta deformado o curvo afectando la estructura en su estabilidad.
- ***Resistencia a la Compresión.*** En este aspecto se determinará la fuerza del espécimen antes de fracturarse o agrietarse

Según estas características se clasifican en los siguientes tipos de ladrillos:

Tipo I. Este tipo de ladrillo tiene una resistencia y durabilidad muy baja este tipo de ladrillo se emplea para construcciones en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

Tipo II. En esta clasificación se determina un a resistencia y durabilidad baja, uso en construcciones de condición de servicios moderados.

Tipo III. Aquí el ladrillo tipo 3 contiene características de resistencia y durabilidad media apto para construcciones de uso general en albañilería.

Tipo IV. Este tipo de ladrillo se caracteriza por tener condiciones de servicio riguroso.

Tipo V. En esta clasificación se determina por servicios rigurosos

En la siguiente imagen podremos encontrar la clasificación de los ladrillos de madera más con

cisa y detallada:

Figura 1

Tabla 1 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

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

Nota. Tomado de la Norma E.070.2019. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales, capítulo 3, artículo 5, inciso 5.2, p.11.

Si bien la clasificación esa determinada por estas especificaciones también debe cumplir con condiciones generales.

Condiciones Generales. Estas condiciones generales aplican para los ladrillos de tipo tipo III, IV y V los cuales deben cumplir con lo siguiente:

El ladrillo debe estar bien cocido, sin materias extrañas en la superficie o en el interior, y sin presencia de vitrificaciones. No debe tener resquebrajaduras, fracturas, hendiduras o grietas. Debe presentar un color uniforme y emitir un sonido metálico al ser golpeado con un martillo. Además, no deberá tener excesiva porosidad ni vetas blanquecinas que puedan ser de origen salitroso. Los ladrillos I y II no aplican ya que para estas solo son recomendaciones, (NTP. 2019.Norma E.070).

1.3.2.3 Las Limitaciones en del Uso o su Aplicación de los Ladrillos. El uso de los ladrillos está condicionados condicionado a las zonas sísmicas indicadas en la NTE E.30 clasificando los ladrillos por su tipo de ladrillo según sea solido artesanal o industrial o si es hueca o tubular, además la limitación en el uso de la unidad de albañilería para muros confinados no solo se limita a la zona sino también a los pisos a construir en el lugar sísmico, estas limitaciones las podemos ver mejor en la siguiente imagen:

Figura 2

Tabla 2 limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para muros confinados

TABLA 2 LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS CONFINADOS			
TIPO	ZONA SÍSMICA 2, 3 Y 4		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Nota. Tomado de la Norma E.070.2019. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales, capítulo 3, artículo 5, inciso 5.3, p.12. Se explica en el cuadro las limitaciones de los ladrillos según su tipo y lugar de uso junto a las proyecciones de pisos a construir.

1.3.2.4 Pruebas. Según la norma E.070 todas las estructuras de albañilería, especialmente para muros confinados deben cumplir con requisitos mínimos para el análisis y la inspección de estas, sometiéndose a pruebas para evaluar su resistencia y durabilidad las que son:

- **Muestreo.** Esta prueba debe realizarse a pie de obra tomando 10 ladrillos por cada lote, compuestos de 50 millares de unidades seleccionadas al azar. Son estas 10 muestras las que se realizan los ensayos de variación dimensional y alabeo y posteriormente cada mitad serán expuestas a pruebas de compresión y absorción (NTP. 2017.Norma 399.613).
- **Resistencia a la Compresión.** Para este ensayo se realizará mediante el uso de 5 ladrillos los cuales se tomaron de los 10 en el muestreo cuyo procedimiento es indicado (NTP. 2017.Norma 399.613).
- **Variación Dimensional.** La determinación de este ensayo se realizará mediante las 10 muestras obtenidos del lote mencionado y seguirán los procedimientos según la norma (NTP. 2017.Norma 399.613).
- **Alabeo.** Para su determinación se seguirá estrictamente el procedimiento por la norma (NTP. 2017.Norma 399.613).
- **Absorción.** Este ensayo se especifica en los 10 ladrillos de muestra y de acuerdo a la norma (NTP. 2017.Norma 399.613).

1.3.2.5 Aceptación de la Unidad. La aceptación de la unidad se refiere a la conformidad de una unidad de construcción, como el ladrillo de arcilla, con los estándares y requisitos establecidos por las normas NTP E 0.70 y NTP 399.613. Esto establece que, si la muestra presenta una dispersión en los resultados mayor al 20% para unidades industriales o al 40% para unidades artesanales, se rechazará el lote. Además, la absorción de las unidades de arcilla y silíceo calcáreas no será mayor que el 22%, mientras que las de concreto no superarán el 12%. Tal como se explicó en las condiciones generales, el espécimen debe estar bien cocido, sin materias extrañas en la superficie o en el interior, y sin presencia de vitrificaciones. Además, no debe tener resquebrajaduras, fracturas, hendiduras o grietas. Debe presentar un color uniforme y no tener manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso. Al ser golpeado con un martillo, debe emitir un sonido metálico (NTP. 2019. Norma E.070), (NTP. 2017. Norma 399.613).

1.3.3 Mortero.

Se define al mortero como una mezcla aglomerante y agregados finos a las cuales añadido la máxima cantidad de agua proporcionara una mezcla trabajable, adhesiva y sin ninguna segregación de agregados. Se emplea para poder realizar adherencias tanto de forma horizontal como vertical en fin de unidades de albañilería, (NTP. 2019.Norma E.070).

Según sus componentes pueden ser:

Materiales aglomerantes.

- Cemento Portland tipo I y II

- Cemento Adicionado IP
- Una mezcla de cemento Portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada
- Se aceptará cualquier otro cemento siempre que los ensayos de pilas y muretes proporcionen resistencias mayores al 90 % del valor obtenido usando cemento portland I o cemento adicionado IP.

Agregados Finos.

Se define como la arena natural libre de cualquier material orgánico y sales y se aceptara otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas o muretes proporcionen resistencias mayores al 90% del valor obtenido, (NTP. 2019.Norma E.070)

Figura 3

Tabla 3 Granulometría de arena

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

Según el agregado fino no deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas además no debe el porcentaje de partículas quebradizas pasar de 1% en peso y por último no debe emplearse arena de mar.

La norma E.070 determina detalladamente la proporción volumétrica de la mezcla, clasificándola con P refiriéndose a muros portante y NP a los que no lo son.

La siguiente table demuestra lo dicho:

Figura 4

Tabla 4 Tipo de mortero

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

Nota. Tomado de la Norma E.070.2019. Tipo de mortero, capítulo 4, artículo 6, inciso 6.4, p.14. Que establecen los porcentajes tanto de cal, arena y cemento por tipo de pilas y usos en muros portantes.

Se añade que se podrá emplear otras composiciones de morteros, morteros con cementos de albañilería, o morteros industriales (embolsados o premezclados) siempre cuando los ensayos en las pilas y muretes proporcionen resistencias iguales o mayores a las especificaciones de la figura 5, (NTP. 2019.Norma E.070).

1.3.4 Prismas (Pilas)

El termino de pilas se refiere a una serie de ladrillos apilados juntos en formación específica. Estas pilas se denominan técnicamente como primas las que se usan en ensayos para determinar la resistencia a la compresión axial referido en este caso en albañilería confinada y estos ensayos tiene propósitos de investigación dando parámetros de control, (NTP. 2019.Norma E.070), (NTP. 2017. Norma 399.605).

La resistencia a la compresión axial (f'_{m}) se determina de manera empírica o mediante ensayos de primas y estará relacionado a los pisos de la edificación conjunto a su zona sísmica donde se realizará dicha obra.

Figura 5

Tabla 5 Métodos para determinar f'_m y v'_m

TABLA 5 MÉTODOS PARA DETERMINAR f'_m y v'_m										
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 3 PISOS			EDIFICIOS DE 4 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS			
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica			
	3	Y	4	2	1	3	Y	4	2	1
(f'_m)	A	A	A	B	B	A	B	B	B	B
(v'_m)	A	A	A	B	A	A	B	B	B	A

Nota. Tomado de la Norma E.070.2019. Métodos para determinar f'_m y v'_m , capítulo 5, artículo 13, inciso 13.1, p.18. Esta tabla especifica las características de f'_m y v'_m en relación de las zonas sísmicas. La letra A se basa en una aproximación de manera empírica mientras B determinadas en ensayos tanto en compresión axial y compresión diagonal.

Los prismas que se utilizan en los ensayos de laboratorio se fabrican con el mismo contenido de humedad, consistencia del mortero, espesor de juntas y calidad de la mano de obra que se utilizará en la construcción final. Estos prismas tienen un revestimiento de cemento-yeso con un espesor que ayuda a corregir las imperfecciones en la superficie de la albañilería. Después de la elaboración, los prismas se almacenan durante 28 días a una temperatura no inferior a 10°C. Sin embargo, también pueden ser ensayados a una edad menor a 28 días, pero no menos de 14 días. En este caso, se obtiene la resistencia característica incrementando los factores de la tabla correspondiente, (NTP. 2019. Norma E.070).

Figura 6

Tabla 6 Incremento de f'_m y v'_m por edad

TABLA 6 INCREMENTO DE f'_m Y v'_m POR EDAD			
Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Ladrillos de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Ladrillos de concreto	1,10	1,00

Nota. Tomado de la Norma E.070.2019. Incremento de f'_m y v'_m , capítulo 5, artículo 13, inciso 13.5, p.19. Incremento de la resistencia característica de los prismas de albañilería en función de la edad de ensayo. En particular, muestra los factores de incremento para los prismas ensayados a los 14 y 21 días de edad.

Se añade también que los prismas deben tener los valores utilizados de coeficiente de corrección de esbeltez para ajustar la resistencia de la compresión, a esbeltez se refiere a la relación de altura y pesos del prisma, estos coeficientes se utilizan para corregir la resistencia característica del prisma y se aplica multiplicando la resistencia axial por el factor de corrección por esbeltez. Los coeficientes de esbeltez se encuentran en la siguiente imagen.

Figura 7

Tabla 8 Factores de Corrección de f_m por esbeltez

TABLA 8 FACTORES DE CORRECCIÓN DE f'_m POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Nota. Factores de corrección de f'_m por esbeltez, capítulo 5, artículo 13, inciso 13.10, p.19. Los coeficientes de corrección por esbeltez del primo es tener en cuenta el efecto de la esbeltez en la resistencia axial ya que a medida que esta esbeltez aumenta el prisma puede verse afectado negativamente.

En resumen, podemos ver que los factores de corrección, la edad del primo y la zona de edificación en función del tipo de ladrillo determinaran un resultado de la resistencia a la compresión que podemos ver en la siguiente imagen en función de la unidad de albañilería.

Figura 8
Resistencias características de la albañilería mpa (kg/cm²)

TABLA 7				
RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA MPa (kg/cm²)				
Materia Prima	Clase	UNIDAD <i>f_b'</i>	PILAS <i>f_m'</i>	MURETES <i>v_m'</i>
Arcilla	Clase I - Artesanal	4,9 (50)	3,4 (35)	0,50 (5,1)
	Clase II - Artesanal	6,9 (70)	3,9 (40)	0,55 (5,6)
	Clase III - Artesanal	9,3 (95)	4,6 (47)	0,64 (6,5)
	Clase IV - Industrial	12,7 (130)	6,4 (65)	0,79 (8,1)
	Clase V - Industrial	17,6 (180)	8,3 (85)	0,90 (9,2)
Concreto	Industrial portante	17,5 (178)	7,0 (71)	0,44 (4,5)
Sílíce-cal	Industrial portante	12,6 (129)	10,1 (103)	0,93 (9,5)

Nota. Resistencias características de la albañilería mpa (kg/cm²), capítulo 5, artículo 13, inciso 13.10, p.19. Se obtiene los valores de resistencia que varían dependiendo de la unidad de albañilería de clase artesanal o industrial.

1.3.5 *Propiedades Físicas*

Las propiedades físicas se definen principalmente a través de la estructura del objeto, sustancia o material, lo cual nos indica si hay mucha o poca de alguna característica específica. Una de estas propiedades es la masa, la cual es visible y medible, y es una característica que se aplica a los materiales de construcción, (Sastre, R., & Salinas, F. M. 2010).

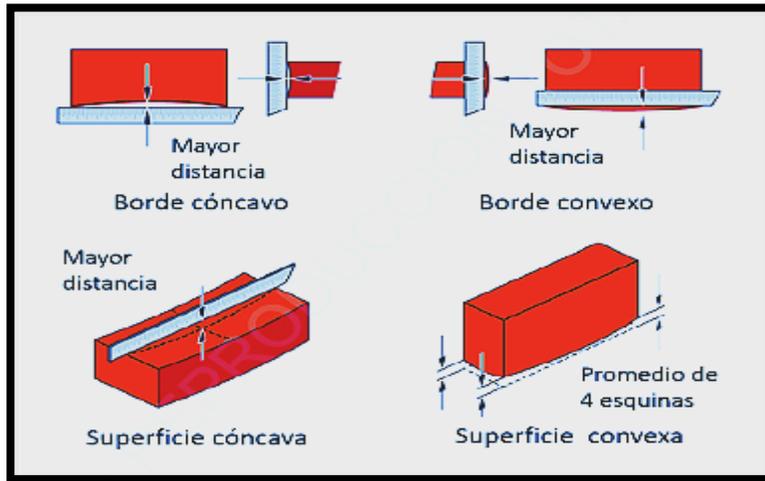
Las propiedades las cuales se aplican a este marco conceptual y experimento son las siguientes:

Variación Dimensional. La variación dimensional se refiere a los cambios en las dimensiones de los ladrillos como resultado de variables como la temperatura, la humedad y la exposición a la intemperie. La variación dimensional de los ladrillos sólidos es más pequeña en comparación con los ladrillos con huecos. Esto se debe a la estructura más compacta y uniforme de los ladrillos sólidos, lo que los hace menos susceptibles a la absorción de agua y, por lo tanto, a la expansión y contracción. Por lo tanto, los ladrillos sólidos suelen mantener sus dimensiones a lo largo del tiempo más estables, (NTP. 2017.Norma 399.613).

Alabeo. Una de las características evaluadas de los ladrillos de arcilla utilizados en la construcción de albañilería es el alabeo, que se le denomina a la curvatura o deformación que puede tener un ladrillo en su superficie. Esta propiedad se evalúa en la distorsión cóncava en los ladrillos de arcilla las que se deben tomar diez muestras, colocar una varilla de acero con un borde recto sobre la superficie a medir y calcular la distancia entre la varilla, la superficie y anotar el valor como la medida de la distorsión cóncava, (NTP. 2017.Norma 399.613).

Figura 9

Tabla 8 Medidas del alabeo



Nota. Medidas del alabeo, artículo 13, inciso 13.4.1, p.24. distintos procedimientos según el tipo de distorsión

Absorción: El término "absorción" se refiere a la capacidad de un material para absorber o retener agua. En la albañilería, la absorción se refiere a la cantidad de agua que pueden absorber las unidades de albañilería, como bloques o ladrillos. La absorción se mide generalmente como un porcentaje del peso del material, y es importante tener en cuenta este factor al seleccionar y usar unidades de albañilería porque una absorción alta puede afectar la resistencia y durabilidad de la estructura.

Nota: Se evalúan y no se descartan estas pruebas, ya que las características físicas relacionadas con el estudio son indispensables para obtener resultados en la evaluación de las propiedades mecánicas necesarias para este estudio, (NTP. 2017.Norma 399.613).

Ecuación 1

Absorción

$$\text{Absorción, (\%)} = 100(w_s - w_d)/w_d$$

1.3.6 Propiedades Mecánicas

Las propiedades mecánicas de un material se describen cómo las respuestas a las fuerzas o cargas externas en relacionada a esta. Es este comportamiento del material el cual se basa sus características y es fundamental para comprender cómo se puede utilizar en aplicaciones de ingeniería y diseño. Las características mecánicas En este estudio y según los reglamentos son:

Módulo de Rotura. El módulo de rotura es una medida de la resistencia de un material a la fractura o rotura. Es una propiedad mecánica que indica la capacidad de un material para soportar cargas hasta que se produce su rotura. Se expresa en unidades de presión como MPa (megapáxeles) o kg/cm² (Kilogramo por centímetro cuadrado) y se utiliza para evaluar la resistencia de un material a la tracción, la compresión o la flexión. El módulo de ruptura es crucial para el diseño y el análisis de estructuras porque determina la capacidad de carga de los materiales utilizados.

En relación a este estudio se refiere a la resistencia del ladrillo a la rotura cuando se somete a una carga aplicada en el plano de falla. Se calcula dividiendo la carga máxima aplicada al ladrillo entre el ancho neto del espécimen en el plano de falla, el espesor del espécimen y la distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla. Esta medida de resistencia a la fractura tiene una relación directa entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión en los ladrillos de arcilla. Esto significa que a medida que aumenta la resistencia a la compresión de un ladrillo, también aumenta su módulo de rotura. Esto se debe a que un ladrillo más resistente a la compresión también será más resistente a la flexión, (NTP. 2017.Norma 399.613).

Ecuación 2

Módulo de rotura

$$S = 3W(l/2-x) / (bd^2).$$

Donde:

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla, Pa.
- W = Máxima carga aplicada con la máquina de ensayo, N.
- l = Distancia entre apoyos, mm.
- b = Ancho neto (entre caras, restando los huecos) del espécimen en el plano de falla, mm.
- d = Espesor del espécimen en el plano de falla, mm.
- x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla, medida en la dirección entre apoyos, a lo largo de la línea central de la superficie sujeta a tracción, mm.

Resistencia a la Compresión. La resistencia a la compresión es la capacidad de un material para resistir fuerzas que tienden a comprimirlo o reducir su volumen, estas resistencias se expresan en las unidades de presión, como megapascuales (MPa) o kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm²). En el caso de la albañilería, se refiere a la capacidad de resistir la compresión axial, es decir, la fuerza que actúa en dirección opuesta a la tracción y que tiende a comprimir el material, (NTP. 2017.Norma 399.613).

Ecuación 3

Resistencia a la compresión

$$fb = \frac{W}{A}$$

fb = Resistencia a la compresión de ladrillo $Pax^{cu} = 10^4$ (o Kgf/cm²).

w = Carga máxima (de rotura) en N (ó Kgf).

A = Promedio de las áreas brutas de las superficies superior e inferior del espécimen en cm².

Resistencia a la Compresión en Unidades. Es una prueba de ensayo que se realiza en referencia a la investigación de ladrillos sólidos y que indica la capacidad del ladrillo para resistir fuerzas de compresión. La resistencia a la compresión de los ladrillos sólidos varía dependiendo del tipo de ladrillo y su espesor. A continuación, se muestra una tabla que indica los valores mínimos de resistencia a la compresión en MPa (kg/cm²) para diferentes tipos de ladrillos sólidos.

Figura 10

Resistencia a la compresión

RESISTENCIA A LA COMPRESION		
Materia Prima	Denominacion	UNIDAD f_b
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4(55)
	King Kong	14,2(145)
	Rejilla Industrial	21,1(215)
Silice-Cal	King Kong Normal	15,7(160)
	Dedalo	14,2(145)
	Estandar ymecano	14,2(145)
Concreto		4,9(50)
	Bloque Tipo P(*)	6,4(65)
		7,4(75)
		8,3(85)

Nota: Se determina según tipo de ladrillo las resistencias relacionadas

El procedimiento para determinar la resistencia a la compresión en unidades de albañilería se describe en la Norma Técnica NTP 399.613.

Resistencia a la Compresión Axial de Pilas. Se le denomina a los ensayos que involucran prismas o pilas que se mide en laboratorio en función a la resistencia a la compresión. Estos prismas se construyen con el mismo contenido de humedad de las unidades de albañilería, la misma consistencia del mortero, el mismo espesor de las juntas y la misma calidad de la mano de obra que se utilizará en la construcción final. Antes de ser ensayados, estos prismas se almacenan durante 28 días a una temperatura de 10 °C. Para determinar la resistencia de la albañilería durante la construcción, se utilizan medidas específicas, como la cantidad de pilas o

muretes a probar por cada área techada. La resistencia se calcula utilizando los resultados de las pruebas de compresión axial de pilas y diagonal de muretes, (NTP. 2017. Norma 399.605).

Nota: Si bien en la norma técnica nos e especifica la cantica exacta en cuanto la cantidad de ladrillos debe utilizarse.

1.3.7 Pet

El poli (tereftalato de etileno), también conocido como PET, es un polímero que se forma a partir de la combinación de etilenglicol y ácido tereftálico, y pertenece a la familia de los poliésteres y su estructura puede ser amorfa o cristalina.

El Pet tiene una resistencia a la tracción alta, que está correlacionada con el módulo de Young y depende de la temperatura. La resistencia a la tracción del PET es comparable a la de las varillas de acero utilizadas en la construcción en su comportamiento. También tiene propiedades de compresión, aunque los valores específicos pueden no estar claros debido a que no presenta una fractura definida. El PET tiene una densidad que oscila entre 1.33-137 g/cm³ y puede fundirse a temperaturas de hasta 230 grados Celsius, (Suasnavá Flores, D. F. 2017).

1.3.8 Formulación del Problema

¿Cuál es la resistencia a la compresión axial de ladrillos por unidad y pilas cuando se incorpora fibra Pet?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar resistencia a la compresión axial de ladrillos por unidad y pilas cuando se incorpora fibra Pat al 5% y al 3%.

1.4.2 Objetivo Especifico

- Verificar resistencia a la compresión axial de ladrillos por unidad al incorporar 3% y 5 % de fibra Pet en forma de flake.
- Evaluar si la incorporación de 3% y 5% de fibra Pet en forma de flake mejora la resistencia a la compresión axial del prisma.
- Determinar la relación de la mejora de la resistencia a la compresión axial y módulo de rotura al incorporar 5% y 3% de fibras Pet en forma de flake.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis General

La incorporación de un 3% y un 5% de fibras de PET en pilas y ladrillos de albañilería solida resultará en una resistencia a la compresión axial y un módulo de rotura al menos igual, si no mayor, que la de las pilas y ladrillos convencionales sin fibras de PET(flake).

1.5.2 Hipótesis específica

- Incorporación de 3% y 5% de fibras pet reciclado en ladrillos solidos de arcilla impacta notablemente en la resistencia de compresión.
- Agregación de 3% y 5% de fibras pet reciclado en ladrillos solido de arcilla influye notablemente en la resistencia de compresión de pilas.
- Relación de mejora o concordancia entre la resistencia a la compresión axial y el módulo de rotura en muestras de 3% y 5% de fibras pet en forma de flakes

1.6 Operación de Variables

Se le denomina como un atributo, carácter o propiedad que puede tener muchos valores cuantificables a medida o durante el estudio, (Rodríguez, C., Breña, J. L., y Esenarro, D. 2021).

1.6.1 Concepto de una Variable

Es la explicación abstracta especializada que detalla las características fundamentales de la variable adaptándola a las otras demandas específicas de la investigación antes de considerar su medición concreta, (Rodríguez, C., Breña, J. L., y Esenarro, D. 2021).

- **Variable dependiente (X).** En este estudio se determinó como una variable cuantitativa continuas.

Propiedades físicas y mecánicas. Conjuntos de ensayos que se darán en el laboratorio los que medirán las características físicas y mecánicas de la unidad albañilería sólida.

- **Variable Independiente (Y).** En este estudio se determinó como una variable cuantitativa continuas.

Contenido de Arcilla y Fibra Pet en Ladrillos Sólidos y Pilas. Medir el porcentaje del material de arcilla que será usado a un 97 y 95 por ciento de la masa del ladrillo.

Medir el porcentaje del material que será usado a un 3 y 5 por ciento de la masa del ladrillo solido de forma de flakes con una dimensión de 3 a 8 mm.

1.6.2 Definición Conceptual de Variables

Son términos diferentes a los del marco teórico las que ayuda a entender de una mejora manera la variable en contexto de la investigación, Hadi Mohamed, M. M., Martel Carranza, C. P., Huayta Meza, F. T., Rojas León, C. R., & Arias Gonzáles, J. L. (2023).

Variable Dependiente. Evaluación de las características, propiedades físicas y mecánicas de ladrillos sólidos y pilas bajo ciertas condiciones, tales como la resistencia a compresión axial y módulo de rotura.

Variable Independiente Arcilla. Evaluación del Porcentaje de arcilla adquirida de la cantera Atocongo, localizado en villa maría del triunfo, lima al 93 y 95 por ciento de la masa del ladrillo sólido.

Pet (flake). Apreciación del porcentaje de fibras Pet (flake), obtenidas de reciclaje de 3 y 5 por ciento y dimensiones de 3 a 8 mm, como agregado a la masa del ladrillo macizo.

1.6.3 Definición Operacional de Variable

Variable Dependiente. Las unidades y pilas fabricadas se verificarán mediante ensayos de laboratorio, procedimientos y cumplimientos de los valores indicados en la Norma técnica del Perú E.070, 399.613 y 399.605

Variable Independiente. Se evaluará las dosificaciones de arcilla y agregado de fibras Pet de la masa del ladrillo sólido.

1.6.4 Dimensiones

Variable Dependiente. Propiedades físicas y mecánicas

Variable Independiente.

Arcilla. Proporción utilizada en las fabricaciones de los ladrillos solidos que corresponde al 95 por ciento de la masa.

PET (FLAKE). Proporción utilizada de 5 y 3 por ciento en la masa del ladrillo como agregado.

1.6.5 *Indicadores*

Se les denomina a elementos concretos que se utiliza para evaluar las Se les denomina a elementos concretos que se utiliza para evaluar las variables, (Hadi Mohamed, M. M., Martel Carranza, C. P., Huayta Meza, F. T., Rojas León, C. R., & Arias Gonzáles, J. L. 2023).

Variable dependiente

- Alabeo, variación dimensional y absorción
- Resistencia a la compresión de ladrillos
- Resistencia a la compresión Axial de pilas.
- Módulo de rotura

Variable Independiente

- *Arcilla*. Proporciones de arcilla del 95 y 93 por ciento de la masa del solido de ladrillo.
- *Pet (flek)*. Agregado de 5 y 3 por ciento con dimensiones de 3 y 8 mm como agregado a masa del ladrillo.

1.6.6 *Escala de Medición y Unidades*

Se determina como la forma la cual son evaluadas las variables el cual en este estudio es determina que son variables cuantitativas continuas en escalas de razón ya que tiene un punto de partida y medidas cuantitativas.

Variable Dependiente

- *Alabeo y variación dimensional.* (Unidad de medida cm).
- *Absorción.* (Unidad de medida Kg).
- *Resistencia a la compresión de ladrillos.* (Unidad de medida Mpa).
- *Resistencia a la compresión Axial.* (Unidad de medida Mpa).
- *Módulo de rotura.* (Unidad de medida Mpa).

Variable dependiente

- *Arcilla* (Unidad de medida es porcentaje en relación al peso total de la mezcla).
- *Pet (flake)* (Unidad de medida es porcentaje en relación al peso total de la mezcla).

Tabla 1

Matriz operacional de variables

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”						
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Unidades
Dependiente Propiedades físicas y mecánicas.	Tanto según Ge, Z., Yue, H., & Sun, R. (2015) y Aneke, F. I., Awuzie, B. O., Mostafa, M. M. H., & Okorafor, C. (2021) existe una evaluación de características, propiedades físicas y mecánicas de ladrillos sólidos y pilas bajo ciertas condiciones, tales como la resistencia a compresión axial y módulo de rotura.	NTP E.070, 399.613 y 399.605 denomina a las unidades y pilas fabricadas ha verificarán mediante ensayos de laboratorio, procedimientos y cumplimientos de los valores indicados en la Norma técnica del Perú.	Propiedades físicas	Alabeo	Razón	Cm
				V. dimensional		Cm
				Absorción		Kg
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión ladrillos y pilas	Razón	Mpa
				Módulo de rotura de ladrillo		Mpa
Independiente Contenido de arcilla y fibra Pet en ladrillos sólidos y pilas.	Según en el estudio Ge, Z., Yue, H., & Sun, R. (2015) la existe una relación beneficiosa de su composición entre ellos	Se evaluará las dosificaciones de arcilla y agregado de fibras Pet de la masa del ladrillo sólido.	Arcilla: Proporción utilizada en las fabricaciones de los ladrillos solidos que corresponde al 95% y 93 % de la masa.	Proporciones de arcilla del 93% y 95% de la masa del solido de ladrillo.	Razón	% en relación al peso total de la mezcla
				Agregado de 3% y 5% por ciento con dimensiones como agregado a masa del ladrillo	Razón	% en relación al peso total de la mezcla
				PET (FLAKE): Proporción utilizada de 3% y 5% de la masa del ladrillo como agregado.		
	Pet(flake): Apreciación del porcentaje de fibras de 3% y 5 % como agregado a la masa del ladrillo macizo.					

Nota: Se muestra los alcances estimados a partir de otros estudios que tienen poca relación debido a su diversidad. Estas estimaciones están relacionadas únicamente con aquellas que se adhieren al cumplimiento de la norma técnica peruana.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Enfoque de la Investigación

El enfoque de esta investigación se centró en evaluar la mejora de las propiedades de resistencia a la compresión de los ladrillos de arcilla sólida y pilas al agregar fibras Pet en diferentes porcentajes cumpliendo con la norma técnica del Perú E.070, 399.613 ,399.605. Esta investigación adopto un enfoque cuantitativo, caracterizado por la recopilación y análisis de datos numéricos y estadísticos las cuales necesita esta investigación para abordar las preguntas y la hipótesis de este estudio, (Hadi Mohamed et al., 2023).

2.2 Método Especifico

Analítico sintético: Este método se utilizó para descomponer objetos, fenómenos o procesos complejos en sus componentes más simples, analizarlos detenidamente luego sintetizar el conocimiento para tener un entendimiento más integral y profundo, (Rodríguez Jiménez & Pérez Jacinto, 2017). Para este estudio el método de análisis sintético se aplicó para descomponer la hipótesis general y específica en partes esenciales, lo que implicó analizar los factores y variables involucrados en las propiedades mecánicas, físicas y componentes individuales como es la calidad de la arcilla, cantidad de fibra Pet, dimensiones de las fibras y proceso de fabricación. Luego, se identificaron las relaciones y características entre los diferentes elementos analizados.

Hipotético deductivo: El uso de este método partió de una hipótesis inicial el cual se derivó de principios teóricos a datos empíricos. Luego, se aplicaron reglas de deducción para generar predicciones que pueden ser sometidas a pruebas empíricas, (Rodríguez Jiménez & Pérez Jacinto, 2017). Este método, junto al enfoque cuantitativo, fue aplicado a la hipótesis general y específica sobre el efecto de la incorporación de fibras Pet en ladrillos y pilas prediciendo que las resistencias a la compresión serán igual o mayor que las que no tienen, así mismo los ladrillos con fibras Pet con porcentajes de 3 y 5 por ciento tendrán una resistencia a la compresión notable que las muestras sin el agregado.

2.3 Tipo de Investigación

Estamos hablando de una categorización específica que implica características y alcances detallados y precisos del estudio, (Hadi Mohamed et al., 2023).

La investigación se clasificó según su finalidad como una investigación aplicada, orientado a una solución del problema concreto mediante la aplicación de conocimientos teóricos para lograr mejoras prácticas. Este estudio, se buscó mejorar las propiedades mecánicas de los ladrillos de arcilla sólida mediante la incorporación de fibras Pet. Además, tiene características de investigación documental, ya que consulto a normas técnicas peruanas, reglamentos de construcción además de libros y publicaciones científicas como base teórica para la fabricación del ladrillo sólido con fibras Pet. Asimismo, este estudio implicó una investigación de campo y

de laboratorio, donde se manipulo las variables independientes en un entorno controlado para evaluar el efecto de incorporación Pet .

2.4 Nivel de Investigación

El nivel de investigación se enfocó en el grado de profundidad con en el que se aborda un objeto de estudio, (Hadi Mohamed et al., 2023).

En este estudio, se clasifico principalmente como descriptivo y exploratorio:

Descriptivo: Está clasificación se aplicó ya que se centra en describir las propiedades y características de los ladrillos de arcilla solidad con fibra Pet agregadas. El objetico es establecer su estructura y comportamiento para obtener una compresión más precisa de como esta incorporación afecta a los ladrillos.

Exploratoria: También se consideró una clasificación exploratoria, ya que el estudio se enfoca en un tema relativamente desconocido. Los resultados proporcionaron una visión inicial o aproximada de cómo la incorporación de fibras Pet afecta a las propiedades mecánicas de los ladrillos. El propósito de recopilar las informaciones es definir e identificar los problemas y fundamentar la hipótesis.

2.5 Alcance y diseño de la investigación

El diseño de investigación es el plan, la estructura, la estrategia general, de carácter flexible, que orienta y guía al investigar para responder al problema planteado, (Arias, J. L. y Covinos, M. 2020).

Esta investigación tiene el alcance descriptivo y exploratorio

Descriptivo: Se recopiló datos medibles y cuantificables sobre las propiedades mecánicas del ladrillo y pilas como resistencia axial, compresión y módulo de rotura.

Exploratorio: Se buscó mediante esta investigación identificar y medir problemas, así como fundamentar hipótesis sobre cómo la fibra Pet podría influir en las propiedades mecánicas. Este estudio se basó en un diseño de investigación experimental de enfoque cuantitativo, cuyo objetivo principal es evaluar la mejora en las propiedades mecánicas de los ladrillos de arcilla al agregar fibras de PET en diferentes porcentajes.

Esta investigación optó por el diseño experimental por las razones que implica la manipulación controlada de las variables independientes y la posterior medición de la variable dependiente, lo que permite establecer relaciones de causalidad entre ellas. Dentro de los diseños experimentales se ha optado por el diseño cuasi experimental dado que puede ser complicado asignar sujetos de forma completamente aleatorias en el contexto de estudio. Esto implicó la comparación de grupos de ladrillos y pilas con diferentes porcentajes de fibras Pet, incluyendo tantos grupos de control y grupos experimentales.

2.6 Población y Muestra de Estudio.

Población.: Es la totalidad de elementos de estudio y se delimita según la definición de la investigación (Arias, J. L. y Covinos, M. 2020). Estubo compuesta por todos los ladrillos disponibles, y se clasificaron como una población finita, accesible y estática. Esto se debe a que se encontró en un lugar físicamente definido y no experimento cambios significativos durante el periodo de investigación, compuesta por los ladrillos solidos disponibles con dimensiones de 9x12x21 cm.

La muestra: Se denomina al grupo o elementos seleccionados de una población para ser estudiados los cuales se utiliza para realizar inferencias o generalizaciones sobre la población, de esta forma las características definidas ya garantizan la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos (Hadi Mohamed et al., 2023).

En esta investigación las características de la muestra cumplen con representatividad. aleatoriedad, tamaño adecuado, control de variable, accesibilidad y eficiencia.

El tamaño de la muestra se baso en la cantidad de ladrillos y pilas requeridos para realizar los ensayos de acuerdo a la norma técnica del Perú E.070, 399.613 ,399.605. Estos ensayos se realizaron en grupos que varían en función del porcentaje de Pet agregados en los ladrillos y pilas.

El proceso de muestreo se llevo a cabo de manera estratificada dividiendo los grupos de ladrillos y pilas en función del porcentaje de fibras Pet. Seguido, se seleccionó aleatoriamente

dentro de 20 unidades de cada grupo las necesarias que determina el ensayo logrando aleatoriedad mediante un proceso de azar dentro de cada estrato.

Para asegurar una representación adecuada en la muestra, se procedió a dividir un conjunto de 105 elementos en dos subgrupos: ladrillos y pilas. Cada uno de estos dos subgrupos estaba representado por 60 elementos en total. Dentro de cada subgrupo de ladrillos y pilas, los 60 elementos se clasificaron en función del porcentaje de fibras PET, con 20 elementos en cada categoría. Esto permitió una distribución equitativa y representativa de los ladrillos y pilas en función de su contenido de fibras PET cumpliendo con la norma NTP 399.613 del número de espécimen representativo y requerido de un lote de 1 00 000 ladrillos.

Tabla 2
Cantidad de ladrillos por ensayo y porcentaje Pet

Ensayo	Ladrillos 0% Pet	Ladrillos 3% Pet	Ladrillos 5% Pet	Pilas 0%	Pilas 3%	Pilas 5%
Variación dimensional	10	10	10	-	-	-
Alabeo	10	10	10	-	-	-
Absorción	10	10	10	-	-	-
Resis. a la compresión	10	10	10	-	-	-

Resistencia Axial				15	15	15
Módulo de rotura	10	10	10	-	-	-
Total:	20	20	20	15	15	15

Nota. Se organiza por columnas los porcentajes de agregado Pet junto a un grupo control, las filas determina los ensayos a seguir por norma y la cantidad se relaciona con cada una de estas.

La herramienta estadística que se uso es la ANOVA por la razón que determinar la existencia de diferencia significativa entre los grupos en relación a la variable dependiente. Además, esta muestra paso por la prueba shapiro wilk para cumplir el requisito de la normalidad y la prueba de Levene para la homogeneidad de varianza antes de aplicar ANOVA.

2.7 Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos

El estudio utilizo la técnica de la observación sistemática, ya que recopiló información del objeto de estudio mediante la observación, examinación, he interpretación a través del proceso sistemático para llegar una conclusión. Esas características fueron aplicadas en el proceso de fabricación de los ladrillos solidos con un porcentaje de fibras Pet, recopilando datos detallados y específicos del comportamiento en cada etapa del proceso. En el cual se usó la guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales para realizar los procedimientos adecuados en la elaboración de los ladrillos.

Asu vez se usó la técnica de análisis de documentos de manera adecuada de estudios e investigaciones relacionados dentro los 10 años y complementaria a la observación sistemática, teniendo de esta forma la comprensión sobre la producción de ladrillos con contenido Pet y sus comportamientos conjuntos a la guía de buenas prácticas para ladrilleras con una densidad (Hadi Mohamed et al., 2023, Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales (2010).

Los instrumentos principales fueron las pruebas objetivas que se alinearon con las normas peruanas E.070, 399.613 y 399.605. Estas normas también especifican los procedimientos y tratamientos específicos para cada ensayo. Además, se añadió que cualquier descripción adicional y detalles sobre cada ensayo se encontrarán en la guía, así como en el apartado de observación correspondiente a cada una de ellas.

En el análisis de datos se aplicó la técnica estadística ANOVA, Esta técnica estadística se utilizo en esta investigación por tener múltiples grupos y determina si existe diferencias significativas entre ellos, teniendo a su vez variables independientes categóricas y continuas (fibras Pet y propiedades físicas y mecánicas) teniendo un control de variabilidad que garantiza que las diferencias destacas son estadísticamente significativa y no un resultado de la variabilidad aleatoria.

Se agrego también que par a poder realizar esta técnica estadística debe pasar por Shapiro wilks y Levene para así comprobar la normalidad de los datos y la homogeneidad de la

viaraza de esta forma se podrá realizar ANOVA paramétrico sino sería el caso se acude a ANOVA no paramétrica.

2.8 Materiales

2.8.1 Instrumentos.

Los instrumentos en la investigación que se trabajaron para esta investigación se clasificaron por estratos que son los siguientes:

Estrato 1: Ladrillos

Ladrillos por Unidad de 0%,3% y 5% (Sub estrato 1). Este estrato trabajo con la guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales y normativa E.070, 399.613 con los siguientes ensayos:

Estrato 2: Pruebas de Ensayos

Propiedades Físicas (sub estrato 1)

Variación Dimensional. Los instrumentos son especificados en la norma NTP 399.613 inciso 12.1 página 20 que cuya guía se encuentra en [Anexos 1](#), [Anexo1.0](#) y [Anexo1.1](#) Ordenado accedente por porcentaje de agregado Pet.

Alabeo: Los instrumentos son especificados en la norma NTP 399.613 inciso 13.1 pagina 21 que cuya guía se encuentra en [Anexo 2](#), [Anexo2.0](#) y [Anexo2.1](#) Ordenado accedente por porcentaje de agregado Pet

Absorción. Los instrumentos son dichos en la norma NTP 399.613 inciso 8.1 página 8 y procedimiento 8.3.1 que cuya guía se encuentra en, [Anexo 3](#), [Anexo 3.0](#) y [Anexo 3.1](#). Ordenado accedente por porcentaje de agregado Pet.

Propiedades Físicas (sub estrato 2)

Resistencia a la Compresión. Los instrumentos utilizados se mencionan en la norma NTP 399.613, en el inciso 7.3.1 de la página 7. El procedimiento detallado se encuentra en el inciso 7.3 de dicha norma. Además, es fundamental cumplir con los valores especificados en la norma NTP E0.70, capítulo 3, inciso 5.2 y tabla 1. Para obtener orientación más detallada, se puede consultar la guía detallada que se encuentra en los [Anexos 4](#), [Anexo 4.0](#) y [Anexo 4.1](#). Estos anexos están organizados en orden ascendente según el porcentaje de agregado PET.

Módulo de Rotura. Los instrumentos utilizados se mencionan en la norma NTP 399.613, en el inciso 6 de la página 4. El procedimiento específico se encuentra detallado en el inciso 6.2 de la misma norma. Si deseas obtener una guía detallada, puedes consultar los [Anexos 5](#), [Anexo 5.0](#) y [Anexo 5.1](#). Estos anexos están organizados en orden ascendente según el porcentaje de agregado PET.

Estrato 3: Pilas o Prismas

Pilas o Prismas por unidad de 0%,3% y 5% (sub estrato 1): Este estrato se basa en la guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales, además de cumplir con la normativa E.070 y los parámetros establecidos en la tabla 5, artículo 13, inciso 13.1, página 18, en conjunto con la información de N.T.E.E.30, capítulo 2, artículo 10, inciso 10.1. También se llevan a cabo los procedimientos de NTP 399.605, incluyendo los siguientes ensayos:

Estrato 4: Pruebas de Ensayos

Dimensional. Los instrumentos son especificados en la norma NTP 399.605 que cuya guía se encuentra los en [Anexos 6](#), [Anexo 6.0](#) y [Anexo 6.1](#) Ordenado ascendente por porcentaje de agregado Pet.

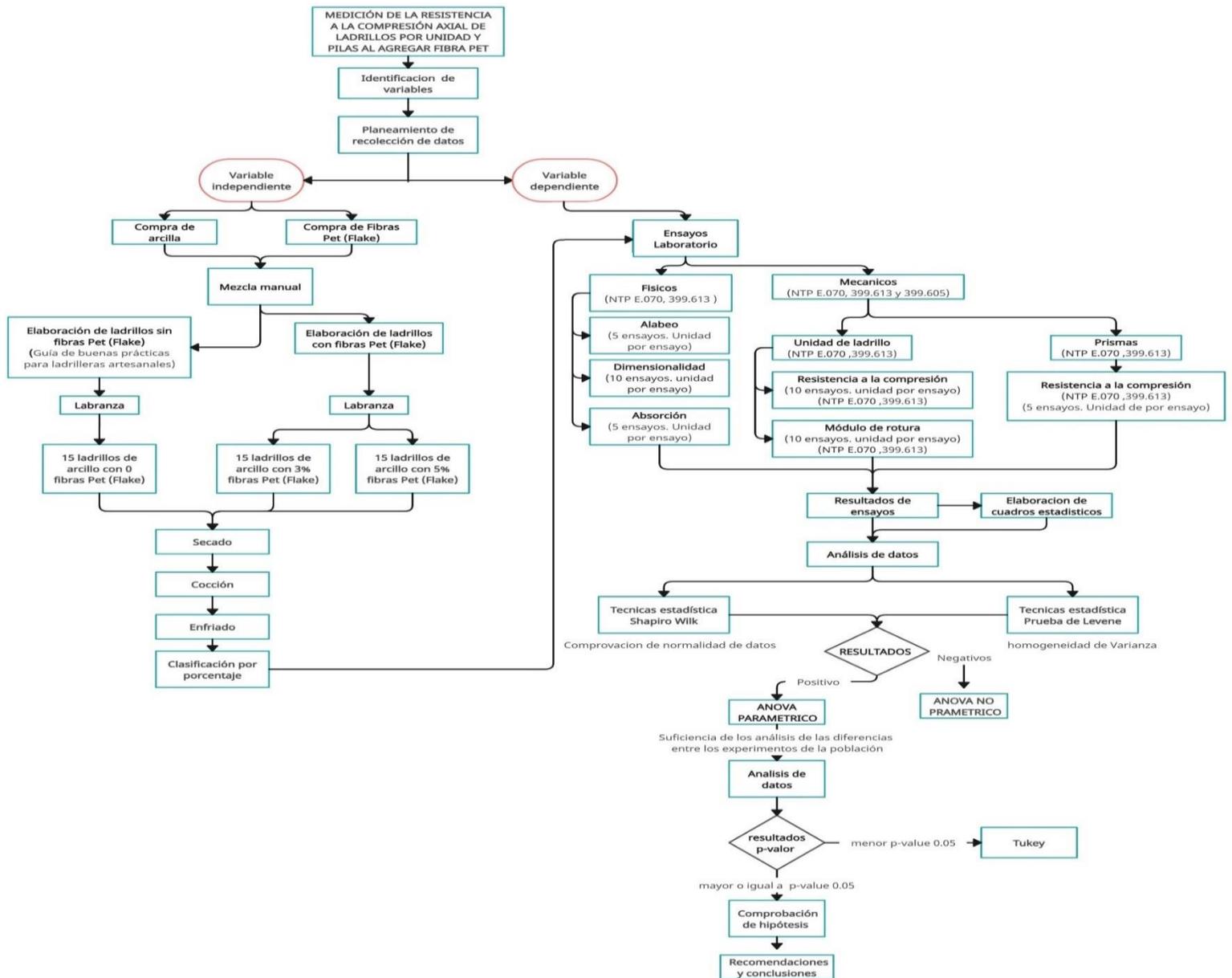
Propiedades Físicas (sub estrato 2)

Resistencia a la Compresión: Los instrumentos y requerimientos se encuentran especificados en la norma NTP 399.017, en los incisos del 6 al 10, en las páginas 4 y 11. El procedimiento a seguir está detallado en el inciso 11, en la página 12. Es importante cumplir con los valores establecidos en la norma NTP E0.70, capítulo 3, inciso 5.2, y la tabla 1, en relación a la zonificación. Para obtener una guía detallada, puedes consultar los [Anexos 6](#), [Anexo 6.0](#) y [Anexo 6.1](#). La disposición de la información se encuentra organizada de manera ascendente, considerando el porcentaje de agregado PET.

2.8.2 Procedimiento

Figura 11

Diagrama de flujo de investigación



Nota: Diagrama contempla el proceso de la recolección de la información completa de las variables

2.9 Aspecto Ético

En esta investigación, se promueve el uso responsable de materiales reciclados, en línea con la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, D.L. N° 1278. Esto se alinea con la sostenibilidad y el reciclaje de materiales. También se enfatiza el cumplimiento de normas técnicas peruanas, tales como la E.070, 399.613 y 399.605, con el fin de garantizar la calidad y seguridad de los productos de construcción. Para abordar consideraciones éticas, se asegura la gestión adecuada de residuos y el cumplimiento de regulaciones ambientales. Además, se utiliza un enfoque imparcial y transparente al analizar datos con pruebas objetivas y técnicas estadísticas. La muestra se selecciona estratégicamente para evitar sesgos.

En resumen, se prioriza la sostenibilidad y el cumplimiento normativo, y se aplica un enfoque ético en la investigación para garantizar la transparencia y representación justa en la muestra. Es importante destacar que esta investigación cumple con un porcentaje menor al 20% en el programa Turnitin, y además sigue las pautas de la norma APA 7, la cual se enfoca en expresar mediante este texto.

3.0 Respaldo

Documentado

A. Campo

Arcilla. De acuerdo a la composición, la arcilla tiene su característica más importante en los minerales silicatos presentes, siendo específicamente los filosilicatos la subclase que aporta las características indispensables para el comportamiento del ladrillo. Dentro del filosilicato, la caolinita, con una estructura cristalina laminar tipo t-o en capas de tetraedros y octaedros unidas por débiles enlaces de Van der Waals, y proporciona las cualidades estructurales de menos expansión y una capacidad de absorción más moderada, estas capas tienden a descomponerse aproximadamente a 550 y 600 grados Celsius. Estas cualidades, junto con las propiedades termodinámicas en relación con el agua-arcilla, contribuyen a una mejor estructura interna. Esto significa que la composición química de la caolinita juega un papel fundamental junto a las características termodinámicas en las interacciones y propiedades de estas, que se reflejan en la difusión iónica durante la hidratación y deshidratación, la permeabilidad de los gases y la conductividad hidráulica, además tiene una densidad 1600 kg/m³ (Mukherjee, S. (2013). *The Science of Clays: Applications in Industry, Engineering and Environment*).

Pet (Flake). Siguiendo las propiedades Pet flake el cual se determina como un elemento cuya estructura al someterla a 80 grados centígrados pasan por fragmentación y reacciones en los grupos funcionales llamado transición vítrea tendiendo a un desorden en su composición

molecular . La cristalización se realiza al realiza el enfriado paulatino y controlado a 134.1 Celsius el cual alinea las moléculas dando el proceso de cristalización, se resalta que la fusión se da a los 230 grados Celsius donde sus moléculas pierden fuerza de atracción (Suasnava Flores, D. F. 2017).

El tamaño de la hojuela se determina por un proceso industrial que las compañías lo manejan entre una medida de 3 a 8 milímetros y que además para el favorecimiento de la trabajabilidad del ladrillo.

Figura 12

Propiedades físicas y químicas del PET

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS	
Resistencia al ataque químico	Resistente a: combustibles, alcoholes, grasas, éter ácidos y bases diluidas
Solubilidad	Insoluble: solventes orgánicos Solubilidad en menor grado: solventes halogenados, aromáticos, cetonas ácidos y bases fuertes.
Resistencia al envejecimiento	Buena resistencia: Temperatura ambiental, radiaciones solares, humedad
Estabilidad térmica	Estable a temperaturas $\leq 71^{\circ}\text{C}$ Cristalizado estable a temperaturas $\leq 230^{\circ}\text{C}$
Permeabilidad	Excelente barrera al CO_2 y O_2
Densidad	Estado amorfo: 1.33 – 1.37 g/cm ³ Estado cristalino: 1.45 – 1.51 g/cm ³
Conductividad térmica	Buen aislamiento térmico = 0.24 W/m x K
Absorción de agua	< 0.7 % durante 24 horas
Propiedades ópticas	Transmisión de luz: 89% Índice de refracción: 1.576
Propiedades biológicas	No presenta vulnerabilidad al ataque microbiológico

Nota: Reproducida Resumen de las Propiedades Físicas y Químicas del PET, de Suasnava Flores, D. F. 2017

B Laboratorio (Propiedades físicas y Mecánicas)

B1 Variación dimensional. Como indica la norma NTP 399.613 se realizó la medición de tamaño para 10 especímenes enteras.

Tabla 3

Dimensiones de ladrillos solidos al 0 % Pet (Flake)

MUESTRA	LARGO (cm)					ALTO (cm)					ANCHO (cm)				
	L1	L2	L3	L4	L.prom	A1	A2	A3	A4	L.prom	H1	H2	H3	H4	H.prom
OL-1.1.0	20,94	21,05	21,05	20,92	20,99	9,81	9,90	9,92	9,75	9,845	12,25	12,18	12,32	12,42	12,31
OL -2.1.0	21,03	20,88	20,88	20,78	20,89	10,15	10,25	9,72	10,15	10,0675	12,1	12,05	12,32	12,4	12,26
OL -3.1.0	20,80	20,75	20,75	20,98	20,82	9,92	9,88	10,20	9,85	9,9625	12,08	12,18	12,35	12,29	12,27
OL -4.1.0	20,67	20,98	20,98	21,15	20,95	10,05	10,10	9,85	10,20	10,05	12,42	12,29	12,31	12,27	12,29
OL -5.1.0	20,92	20,83	20,83	21,08	20,92	9,75	9,95	10,12	9,96	9,945	12,17	12,27	12,15	12,21	12,21
OL -6.1.0	20,98	21,10	21,10	20,85	21,01	10,08	10,12	9,94	9,85	9,9975	12,33	12,2	12,4	12,12	12,24
OL -7.1.0	20,75	20,90	20,90	21,05	20,90	9,85	9,98	10,25	10,18	10,065	12,3	12,15	12,2	12,32	12,22
OL -8.1.0	20,96	20,80	20,80	20,90	20,87	10,22	9,72	10,05	10,30	10,0725	12,28	12,29	12,12	12,18	12,20
OL -9.1.0	20,90	21,05	21,05	21,02	21,01	10,10	9,90	9,75	10,20	9,9875	12,22	12,4	12,25	12,21	12,29
OL -10.1.0	20,80	20,92	20,92	20,95	20,90	9,75	10,15	10,12	10,10	10,03	12,28	12,19	12,32	12,27	12,26
	L. Promedios				20,92	A. Promedios				10,00	H. Promedios				12,25
	Desviación estándar L:				0,059	Desviación estándar A:				0,068	Desviación estándar H:				0,035

Tabla 4

Dimensiones de ladrillos solidos 3% Pet (Flake)

MUESTRA	LARGO (cm)					ALTO (cm)					ANCHO (cm)				
	L1	L2	L3	L4	L.prom	A1	A2	A3	A4	L.prom	H1	H2	H3	H4	H.prom
OL-1.1.3	21,05	20,85	20,94	20,75	20,90	9,9	9,68	10,12	10,18	9,97	12,18	12,25	12,28	12,33	12,26
OL -2.1.3	20,88	20,96	20,92	20,83	20,90	10,25	9,72	9,98	9,94	9,9725	12,05	12,32	12,22	12,19	12,20
OL -3.1.3	20,96	20,75	21,1	20,8	20,90	9,72	9,88	10,15	10,22	9,9925	12,32	12,18	12,28	12,29	12,27
OL -4.1.3	20,78	20,97	20,94	20,98	20,92	10,15	10,2	9,98	9,96	10,0725	12,4	12,31	12,33	12,22	12,32
OL -5.1.3	20,92	20,85	21,08	21,15	21,00	9,98	9,85	10,2	10,1	10,0325	12,22	12,35	12,29	12,21	12,27
OL -6.1.3	20,88	20,9	20,75	20,85	20,85	10,18	9,9	10,05	10,3	10,1075	12,29	12,3	12,12	12,18	12,22
OL -7.1.3	20,75	20,9	20,94	21,05	20,91	9,85	9,98	10,25	10,18	10,065	12,3	12,15	12,2	12,32	12,24
OL -8.1.3	20,96	20,8	20,85	20,9	20,88	10,22	9,72	10,05	10,3	10,0725	12,28	12,29	12,12	12,18	12,22
OL -9.1.3	20,9	21,05	20,78	21,02	20,94	10,1	9,9	9,75	10,2	9,9875	12,22	12,4	12,25	12,21	12,27
OL -10.1.3	20,8	20,92	20,95	20,88	20,89	9,75	10,15	10,12	10,1	10,03	12,28	12,19	12,32	12,27	12,27
	L, Promedios				20,91	A, Promedios				10,03	H, Promedios				12,25
	Desviación estándar L:				0,039	Desviación estándar A:				0,046	Desviación estándar H:				0,032

Tabla 5

Dimensiones de ladrillos solidos 5% Pet (Flake)

MUESTRA	LARGO (cm)					ALTO (cm)					ANCHO (cm)				
	L1	L2	L3	L4	L.prom	A1	A2	A3	A4	L.prom	H1	H2	H3	H4	H.prom
OL-1.1.5	21,05	20,85	20,94	20,75	20,90	9,9	9,68	10,12	10,18	9,97	12,18	12,25	12,28	12,33	12,26
OL -2.1.5	20,88	20,96	20,92	20,83	20,90	10,25	9,72	9,98	9,94	9,9725	12,05	12,32	12,22	12,19	12,20
OL -3.1.5	20,96	20,75	21,1	20,8	20,90	9,72	9,88	10,15	10,22	9,9925	12,32	12,18	12,28	12,29	12,27
OL -4.1.5	20,78	20,97	20,94	20,98	20,92	10,15	10,2	9,98	9,96	10,0725	12,4	12,31	12,33	12,22	12,32
OL -5.1.5	20,92	20,85	21,08	21,15	21,00	9,98	9,85	10,2	10,1	10,0325	12,22	12,35	12,29	12,21	12,27
OL -6.1.5	20,88	20,9	20,75	20,85	20,85	10,18	9,9	10,05	10,3	10,1075	12,29	12,3	12,12	12,18	12,22
OL -7.1.5	20,75	20,9	20,94	21,05	20,91	9,85	9,98	10,25	10,18	10,065	12,3	12,15	12,2	12,32	12,24
OL -8.1.5	20,96	20,8	20,85	20,9	20,88	10,22	9,72	10,05	10,3	10,0725	12,28	12,29	12,12	12,18	12,22
OL -9.1.5	20,9	21,05	20,78	21,02	20,94	10,1	9,9	9,75	10,2	9,9875	12,22	12,4	12,25	12,21	12,27
OL -10.1.5	20,8	20,92	20,95	20,88	20,89	9,75	10,15	10,12	10,1	10,03	12,28	12,19	12,32	12,27	12,27
	L, Promedios				20,91	A, Promedios				10,03	H, Promedios				12,25
	Desviación estándar L:				0,037	Desviación estándar A:				0,041	Desviación estándar H:				0,035

Tabla 6

Clasificación según la variación dimensional

MUESTRA	Desviación estándar		
	LARGO (mm)	ALTO (mm)	ANCHO (mm)
0%	-0,4%	2,0%	2,1%
3%	-0,4%	2,3%	-2,1%
5%	-0,4%	1,4%	1,9%

Nota: los resultados negativos muestran exceso de masa en la preparación **figura 1**.

Los resultados clasifican al ladrillo en clase V

B.2 Alabeo. Como indica la norma NTP 399.613 se realizó la medición de tamaño para 10 especímenes enteras y secas junta una regla metálica y una cuña de 60 mm. Se utilizaron en este procedimiento la medición de superficies cóncavas y convexas y bordes.

Tabla 7
Alabeo de ladrillos solidos de 0 % fibras Pet (flake)

MUESTRA	Cara A		Cara B	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
OL-1.2.3	2	4	3	1
OL -2.2.3	1	2	3	4
OL -3.2.3	4	3	2	1
OL -4.2.3	3	2	4	1
OL -5.2.3	4	1	3	2
OL -6.2.3	3	1	2	4
OL -7.2.3	1	3	2	4
OL -8.2.3	2	1	4	3
OL -9.2.3	1	4	2	3
OL -10.2.3	4	3	1	2
PROMEDIO	2,5	2,4	2,6	2,5

Tabla 8
Alabeo de ladrillos solidos de 3 % fibras Pet (flake)

MUESTRA	Cara A		Cara B	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
OL-1.2.3	4	3	2	1
OL -2.2.3	2	4	3	1
OL -3.2.3	1	3	4	2
OL -4.2.3	3	1	4	2
OL -5.2.3	1	2	3	4
OL -6.2.3	4	2	1	3
OL -7.2.3	2	3	1	4
OL -8.2.3	3	4	1	2
OL -9.2.3	3	4	2	1
OL -10.2.3	2	1	4	3
PROMEDIO	2,5	2,7	2,5	2,3

Tabla 9
Alabeo de ladrillos solidos de 5 % fibras Pet (flake)

MUESTRA	Cara A		Cara B	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
OL-1.2.3	1	2	4	3
OL -2.2.3	3	4	2	1
OL -3.2.3	4	3	1	2
OL -4.2.3	2	3	1	4
OL -5.2.3	1	4	2	3
OL -6.2.3	4	2	3	1
OL -7.2.3	2	1	3	4
OL -8.2.3	3	1	4	2
OL -9.2.3	4	1	3	2
OL -10.2.3	3	2	1	4
PROMEDIO	2,7	2,3	2,4	2,6

Tabla 10
Resumen de resultados de las medidas en promedio del ensayo de alabeo por ladrillo

Ladrillos	alabeo (mm)	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
0%	5,1	4,9
3%	5	5
5%	5,1	4,9

Nota: Las aproximaciones dan conocimiento del entero que será evaluado en la imagen 1.

Se determina según los ladrillos como tipo 3 en alabeo

B.3 Absorción. Según la norma NTP 399.613 se realizó la medición de tamaño para 5 especímenes enteras y secas se utilizó balanza no menor de 2000 g de capacidad y se de 5 a 24 horas.

Ecuación 2

$$\text{Absorción, (\%)} = 100(w_s - w_d)/w_d$$

Tabla 11
Absorción de ladrillos solidos con 0 % Pet (Flake)

PESO (gr)				
MUESTRA	Seco 1 (antes del horno)	Seco2 (después del horno)	24 horas inmersión	Absorción %
OL-1.3.3	3198	3162	3579	13,19
OL -2.3.3	3320	3248	3685	13,45
OL -3.3.3	3408	3168	3584	13,13
OL -4.3.3	3357	3155	3611	14,45
OL -5.3.3	3173	3127	3558	13,78
PROMEDIO				15,21
Desviación estándar:				13,60

Tabla 12
Absorción de ladrillos solidos con 3 % Pet (Flake)

PESO (gr)				
MUESTRA	Seco 1 (antes del horno)	Seco2 (después del horno)	24 horas inmersión	Absorción %
OL-1.3.3	3253	3130	3552	13,48
OL -2.3.3	3185	3115	3520	13,00
OL -3.3.3	3278	3190	3610	13,17
OL -4.3.3	3338	3138	3567	13,67
OL -5.3.3	3251	3064	3477	13,48
PROMEDIO				13,36
Desviación estándar:				0,24

Tabla 13
Absorción de ladrillos solidos con 5 % Pet (Flake)

PESO (gr)				
MUESTR A	Seco 1 (antes del horno)	Seco2 (después del horno)	24 horas inmersió n	Absorción %
OL-1.3.3	3165	3085	3522	14,17
OL -2.3.3	3289	3119	3482	11,64
OL -3.3.3	3168	3028	3427	13,18
OL -4.3.3	3142	3040	3451	13,52
OL -5.3.3	3287	3112	3492	12,21
PROMEDIO				12,94
Desviación estándar: 0,81				

Tabla 14

Resumen de Absorción de ladrillos solidos con y sin Pet (Flake)

Ladrillos	Absorción %
0%	13,60
3%	13,36
5%	12,94

Según las muestras observadas, estas cumplen con los requisitos establecidos por la norma E.070. En la página 12, en el inciso 5.5, se establece que las unidades deben tener una dispersión en los resultados de menos del 40% y que su absorción no debe ser superior al 22%. Sin embargo, las unidades no concuerdan en cuanto a la presencia de materiales extraños en su interior, que van más allá de la lista proporcionada. La norma no especifica si estos materiales son los únicos que se deben considerar. Además, se agrega que las unidades presentan un color semi uniforme, lo que puede estar relacionado con el porcentaje de materiales. No se observan manchas o vetas en ninguna de las muestras.

B.4 Modulo de rotura

Tabla 15

Módulo de rotura de ladrillos solidos sin Pet (Flake)

MUESTRA	LARGO (cm)			ALTO (cm)			ANCHO (mm)			L.entre apoyos	Área Bruta	Carga máxima	Fbr
	L1	L2	L.prom	A1	A2	L.prom	H1	H2	H.prom	L	cm ²	Kg	Kg/cm ²
OL-1.1.0	20,94	21,05	21,00	9,22	9,19	9,21	12,25	12,18	12,22	16,46	256,45	690	16,46
OL -2.1.0	21,03	20,88	20,96	9,17	9,16	9,17	12,10	12,05	12,08	16,42	253,03	702	17,05
OL -3.1.0	20,80	20,75	20,78	9,12	9,14	9,13	12,08	12,18	12,13	16,24	252,00	680	16,37
OL -4.1.0	20,67	20,98	20,83	9,16	9,18	9,17	12,42	12,29	12,36	16,29	257,29	753	17,71
OL -5.1.0	20,92	20,83	20,88	9,18	9,20	9,19	12,17	12,27	12,22	16,34	255,09	722	17,13
OL -6.1.0	20,98	21,10	21,04	9,18	9,19	9,19	12,33	12,20	12,27	16,50	258,06	727	17,40
OL -7.1.0	20,75	20,90	20,83	9,17	9,22	9,20	12,30	12,15	12,23	16,29	254,59	663	15,67
OL -8.1.0	20,96	20,80	20,88	9,20	9,19	9,20	12,28	12,29	12,29	16,34	256,51	701	16,55
OL -9.1.0	20,90	21,05	20,98	9,19	9,20	9,20	12,22	12,40	12,31	16,44	258,20	708	16,77
OL -10.1.0	20,80	20,92	20,86	9,16	9,18	9,17	12,28	12,19	12,24	16,32	255,22	699	16,63
	L, Promedios		20,90	A, Promedios		9,18	H, Promedios		12,23	16,36	255,64	689,04	16,40

Tabla 16

Módulo de rotura de ladrillos solidos con 3% Pet (Flake)

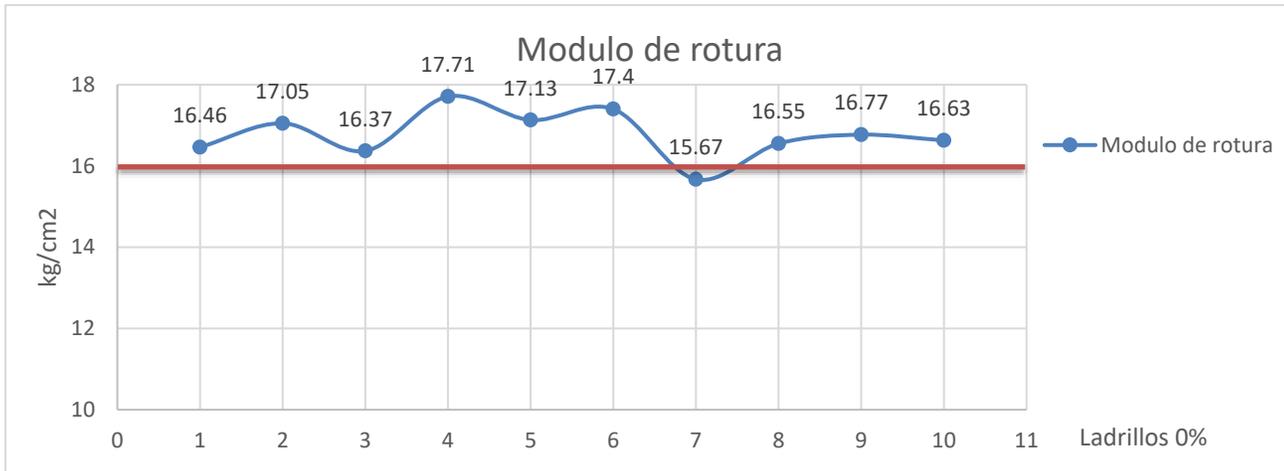
MUESTRA	LARGO (cm)			ALTO (cm)			ANCHO (mm)			L.entre apoyos	Área Bruta	Carga máxima	Fbr
	L1	L2	L.prom	A1	A2	L.prom	H1	H2	H.prom	L	cm ²	Kg	Kg/ cm ²
OL-1.4.3	20,94	20,85	20,90	9,11	9,10	9,11	12,28	12,33	12,31	16,36	257,11	660,12	15,88
OL -2.4.3	20,92	20,96	20,94	9,12	9,14	9,13	12,22	12,19	12,21	16,40	255,57	657,89	15,91
OL -3.4.3	21,1	20,75	20,93	9,14	9,12	9,13	12,28	12,29	12,29	16,39	257,06	726,5	17,44
OL -4.4.3	20,94	20,97	20,96	9,10	9,12	9,11	12,33	12,22	12,28	16,42	257,22	695,25	16,80
OL -5.4.3	21,08	20,85	20,97	9,14	9,10	9,12	12,29	12,21	12,25	16,43	256,82	710,62	17,18
OL -6.4.3	20,75	20,9	20,83	9,12	9,10	9,11	12,12	12,18	12,15	16,29	253,02	625,4	15,15
OL -7.4.3	20,94	20,9	20,92	9,14	9,11	9,13	12,2	12,32	12,26	16,38	256,48	689,1	16,59
OL -8.4.3	20,85	20,8	20,83	9,14	9,12	9,13	12,12	12,18	12,15	16,29	253,02	712,75	17,19
OL -9.4.3	20,78	21,05	20,92	9,12	9,10	9,11	12,25	12,21	12,23	16,38	255,79	705,3	17,07
OL -10.4.3	20,95	20,92	20,94	10,12	10,10	10,11	12,32	12,27	12,30	16,40	257,40	719,7	14,08
	L, Promedios		20,91	A, Promedios		9,22	H, Promedios		12,24	16,37	255,95	690,26	16,77

Tabla 17
Módulo de rotura de ladrillos solidos con 5% Pet (Flake)

MUESTRA	LARGO (cm)			ALTO (cm)			ANCHO (mm)			L.entre apoyos	Área Bruta	Carga máxima	Fbr	
	L1	L2	prom	A1	A2	prom	H1	H2	prom	L	cm ²	Kg	Kg / cm ²	
OL-1.4.5	20,98	21,05	21,02	9,12	9,15	9,14	12,05	12,18	12,12	16,48	254,60	720	17,60	
OL -2.4.5	21,15	20,94	21,05	9,11	9,13	9,12	12,12	12,28	12,20	16,51	256,75	750	18,30	
OL -3.4.5	20,96	20,75	20,86	9,12	9,17	9,15	12,22	12,35	12,29	16,32	256,20	690	16,44	
OL -4.4.5	20,94	20,88	20,91	9,11	9,13	9,12	12,22	12,3	12,26	16,37	256,36	710	17,10	
OL -5.4.5	21,02	20,85	20,94	9,14	9,12	9,13	12,25	12,29	12,27	16,40	256,87	700	16,83	
OL -6.4.5	20,88	20,96	20,92	9,11	9,10	9,11	12,18	12,29	12,24	16,38	255,96	745	18,05	
OL -7.4.5	20,75	20,9	20,83	9,12	9,13	9,13	12,29	12,3	12,30	16,29	256,04	680	16,23	
OL -8.4.5	20,96	20,94	20,95	9,13	9,17	9,15	12,28	12,22	12,25	16,41	256,64	730	17,52	
OL -9.4.5	20,9	20,92	20,91	9,15	9,12	9,14	12,19	12,32	12,26	16,37	256,25	760	18,25	
OL -10.4.5	20,88	20,83	20,86	9,11	9,10	9,11	12,25	12,21	12,23	16,32	255,06	695	16,78	
	L, Promedios		20,91	A, Promedios		9,13	H, Promedios		12,25	16,38	16,38	256,07	718,00	17,31

Figura 14

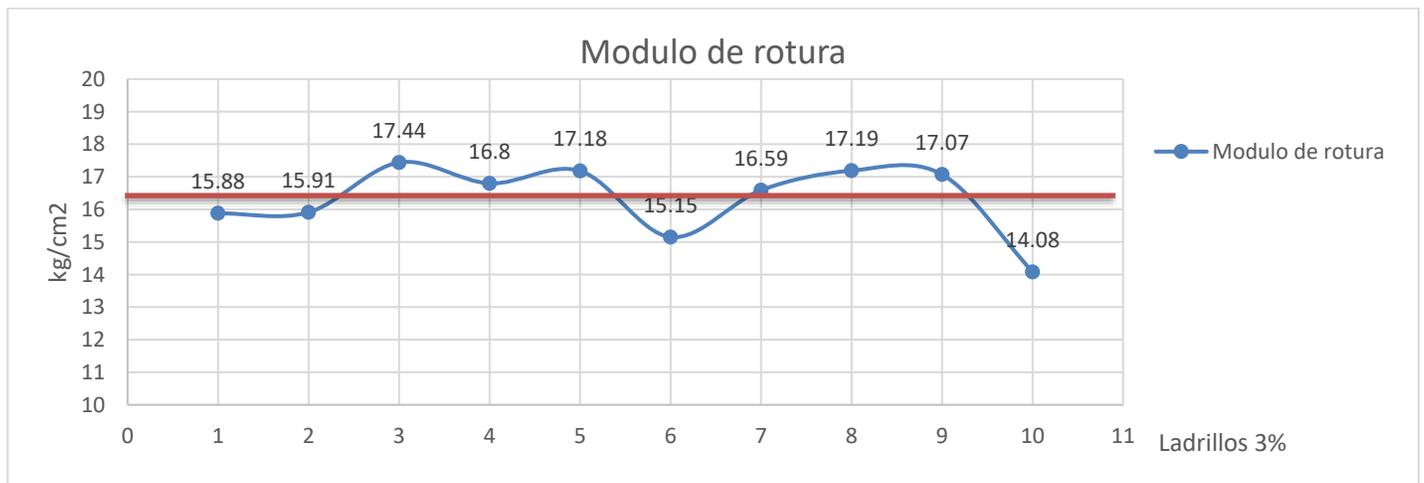
Módulo de rotura sin agregado Pet



Nota: La línea roja determina el valor promedio de la resistencia a la flexión referencial el ladrillo de arcilla

Figura 13

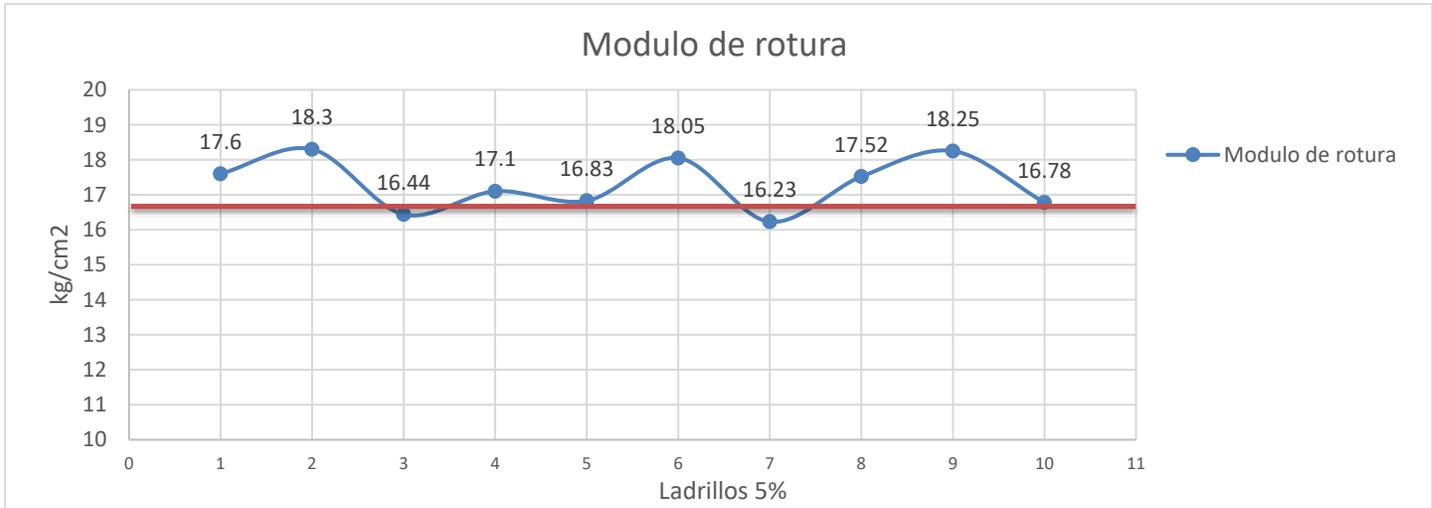
Módulo de rotura con agregado 3% Pet



Nota: La línea roja determina el valor promedio de la resistencia a la flexión referencial el ladrillo de arcilla

Figura 15

Módulo de rotura con agregado 5% Pet



Nota: La línea roja determina el valor promedio de la resistencia a la flexión referencial el ladrillo de arcilla

Tabla 18
Resultado general de módulo de rotura

MUESTRA	Carga máxima	Fbr	Carga máxima	Fbr	Carga máxima	Fbr
	Kg	Kg/ ^{cm²}	Kg	Kg/ ^{cm²}	Kg	Kg/ ^{cm²}
OL-1.4.5	690	16,46	660,12	15,88	720	17,6
OL -2.4.5	702	17,05	657,89	15,91	750	18,3
OL -3.4.5	680	16,37	726,5	17,44	690	16,44
OL -4.4.5	753	17,71	695,25	16,8	710	17,1
OL -5.4.5	722	17,13	710,62	17,18	700	16,83
OL -6.4.5	727	17,40	625,4	15,15	745	18,05
OL -7.4.5	663	15,67	689,1	16,59	680	16,23
OL -8.4.5	701	16,55	712,75	17,19	730	17,52
OL -9.4.5	708	16,77	705,3	17,07	760	18,25
OL -10.4.5	699	16,63	719,7	14,08	695	16,78
Promedio		16,77		16,33		17,31

Tabla 19*Resumen de módulo de rotura de ladrillos solidos con y sin Pet (Flake)*

Ladrillos	Módulo de rotura
0%	16,77
3%	16,33
5%	17,31

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio, después de 28 días de su producción en la universidad Privada del norte sede Breña, Lima, se llevaron a cabo de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas E.070, E.030, NTP 399.017, NTP 399.613, NTP 399.605, Luego, se procedió a organizarlos en cuadros por tipo de ensayo y porcentaje de fibras Pet (flake)

Sabiendo que Normalidad de los Datos:

H0: La distribución de los datos sigue una distribución normal.

En otras palabras, si el p-value en la prueba de normalidad (como la prueba de Shapiro-Wilk) es mayor a 0.05, no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, lo que indica que los datos se distribuyen de manera normal.

Igualdad de Varianzas:

H0: La varianza entre los grupos es igual.

Si el p-value en la prueba de Levene es mayor a 0.05, no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, lo que sugiere que la varianza es homogénea entre los grupos.

Análisis de ANOVA:

H0: No hay diferencias significativas entre los grupos.

Si el p-value en el análisis de varianza (ANOVA) es mayor a 0.05, no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, indicando que no hay diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre los grupos.

En resumen, en todos los casos, la hipótesis nula está formulada para indicar la ausencia de un efecto significativo, normalidad en la distribución de los datos y homogeneidad de varianzas entre grupos.

En relación al cumplimiento del **objetivo general**, se presenta las tablas N 20 y N 21 que se muestra en la figura N 15 para ladrillos sólidos. Estas tablas se interpretan a través de los resultados de los ensayos realizados de acuerdo a la norma NTP 399.017 y reflejan la relación entre el aumento a la resistencia a la compresión al agregar fibra Pet (flake) sin embargo, este patrón no es consistente en todos los 10 ensayos realizados para cada uno de los porcentajes, ya que algunos de los ladrillos no superan la resistencia esperada a pesar del tener un contenido específico de Pet (flake). Esto sugiere que este efecto puede depender de otros factores, como es el proceso de fabricación, el tiempo de mezclado, moldeado y el tamaño del agregado en su composición. Cabe resaltar que los 10 ladrillos por cada porcentaje comparten un origen común en cuanto la materia prima. Con respecto a los prismas, los que son representados en las tablas N 26 y N 27 ilustradas en las imágenes N16 y N 27 se puede entender como un

aumento de resistencia con relación al agregado Pet. Sin embargo, al observar una tendencia en muestras que no impactan a esta relación al porcentaje 3 % pero si en el 5%, se tiene una mala apreciación de este impacto con relación a la fibra Pet .

Este hallazgo se respalda en la relación que se observa en los ensayos de módulo de rotura como se detalla en las tablas N 18 y N 19 y que muestra el mismo comportamiento similar. Además, es importante resaltar también que los 10 ladrillos que participan en el ensayo de módulo de rotura provienen de una misma masa.

Así mismo los resultados estadísticos de shapiro wilk y Levene demuestran en las tablas N 22 y N 24 para ladrillos y para pilas se muestran en las tablas N 23 y N 25 que indican que mediante el p-value mayor a 0.05 tanto en la prueba de la normalidad y homogeneidad de varianza sugiere que los datos son apropiadas para evaluar estadísticamente con respecto resistencia a la compresión axial de ladrillos por unidad y para pilas cuando se incorpora fibra Pet al 5% y al 3%.

Unidad de ladrillos

Tabla 20

Resultados general de resistencia a la compresión en ladrillos solidos de 0%,3% y 5%

MUESTRA	0% Pet (Flake)		3% Pet (Flake)		5% Pet (Flake)	
	Carga máxima Kg	Fb Kg/cm ²	Carga máxima Kg	Fb Kg/cm ²	Carga máxima Kg	Fb Kg/cm ²
OL-1.5	12377,3	47,68	12359,3	48,18	13300,5	52,76
OL -2.5	13104,9	50,90	12418,2	48,74	12678,9	49,61
OL -3.5	12507,0	48,65	11850,9	46,05	11750,6	45,96
OL -4.5	13894,9	53,67	13395,6	52,07	13345,8	51,81
OL -5.5	13115,7	51,39	13764,5	53,21	12569,4	49,47
OL -6.5	13469,8	52,38	12125,8	47,98	12987,2	51,18
OL -7.5	11730,2	45,62	12598,3	48,94	13601,4	52,58
OL -8.5	12386,8	48,90	13232,1	52,17	12456,8	48,88
OL -9.5	12820,0	49,83	12605,8	49,32	13789,2	53,69
OL -10.5	12719,1	49,41	12158,9	47,28	13123,9	51,32
Promedios		49,74		49,39		50,73

Tabla 21

Promedio de unidad de Ensayo de resistencia al a compresión por tipo de porcentaje

Ladrillos	Resistencia a la compresión
0%	49,74
3%	49,39
5%	50,73

Figura 16

Promedio de unidad de Ensayo de resistencia al a compresión por tipo de porcentaje PET

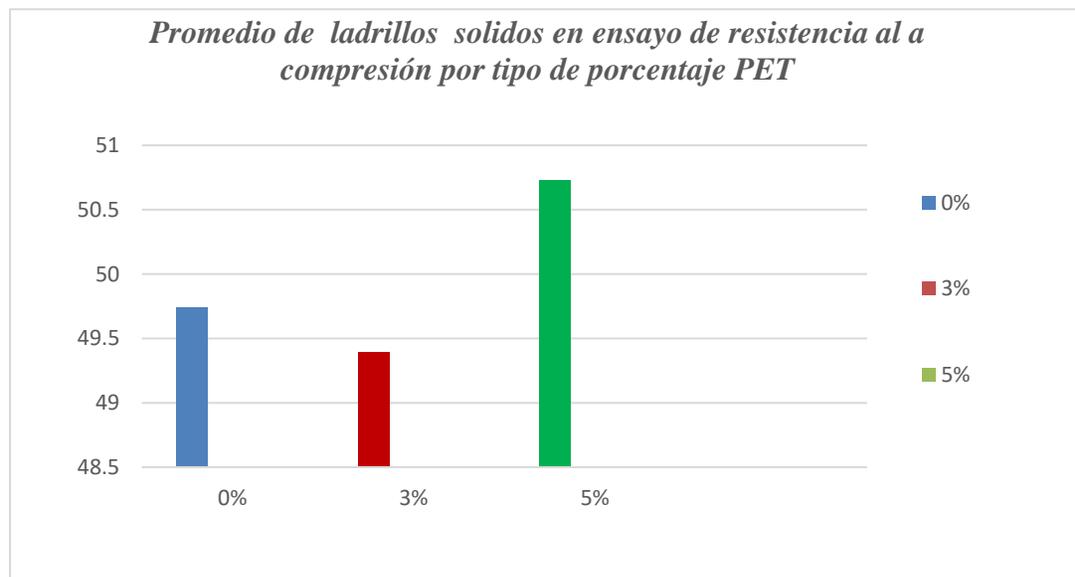


Tabla 22
Shapiro-Wilk Test resistencia a la compresión de unidad de ladrillos solidos

	0%	3%	5%
W-stat	0,99	0,92	0,94
P-value	1,00	0,39	0,57
Alpha	0,05	0,05	0,05
normal	si	si	si

Nota: El numero 0.05 es el límite denominado p valué que sugiere, si es mayor, que sigue una distribución normal

Tabla 23
Shapiro-Wilk Test resistencia a la compresión en Pilas

	0%	3%	5%
W-stat	0,94	0,87	0,92
P-value	0,69	0,26	0,54
Alpha	0,05	0,05	0,05
normal	si	si	si

Nota: El numero 0.05 es el límite denominado p valué que sugiere, si es mayor, que sigue una distribución normal

Tabla 24
Levene Test resistencia a la compresión en Ladrillos

Type	p-value	0.05
Means	0,99	
Medians	0,99	
Trimmed	0,99	

Nota: El numero 0.05 es el límite denominado p valué que sugiere, si es mayor, que varianzas no son significativamente diferentes entre

Tabla 25
Levene Test resistencia a la compresión en Pilas

Type	p-value	0.05
Means	0,10	
Medians	0,54	
Trimmed	0,10	

Nota: El numero 0.05 es el límite denominado p valué que sugiere, si es mayor, que varianzas no son significativamente diferentes entre

Pilas

Tabla 26

Resultados general de resistencia a la compresión en pilas de 0%,3% y 5%

MUESTR A	0% Pet (Flake)		3% Pet (Flake)		5% Pet (Flake)	
	Carga máxima	Fb	Carga máxima	Fb	Carga máxima	Fb
	Kg	Kg/cm ²	Kg	Kg/cm ²	Kg	Kg/cm ²
OL-1.5	15922,0	51,06	15645,1	51,68	16983,5	55,59
OL -2.5	15317,2	50,38	14895,2	48,51	15767,2	50,93
OL -3.5	15465,5	49,20	15279,2	48,88	16249,8	51,11
OL -4.5	15913,8	52,35	15423,6	50,48	15450,1	49,55
OL -5.5	15111,8	49,46	15770,1	51,58	16598,7	53,97
Promedios		50,49		50,22		52,23

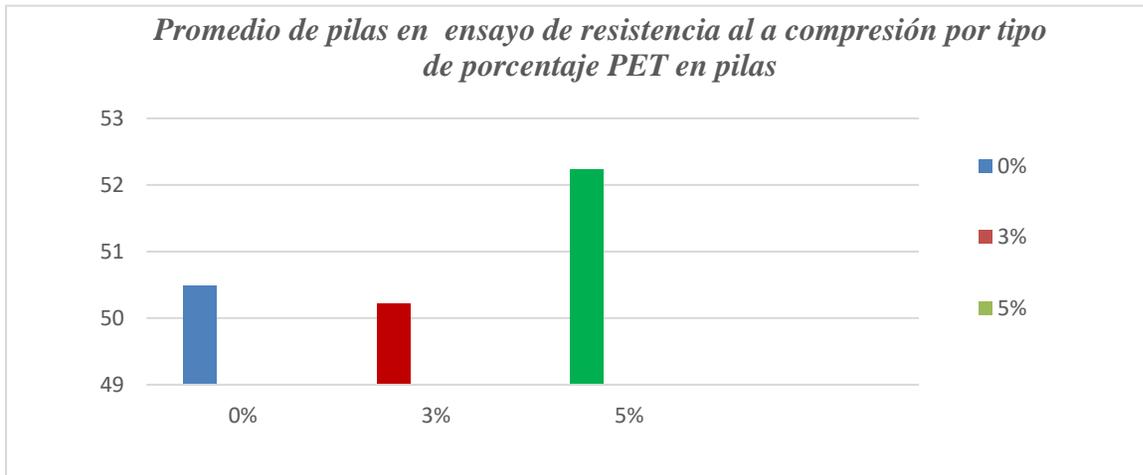
Tabla 27

Promedio de unidad de de resistencia al a compresión por tipo de porcentaje PET en pilas

Ladrillos	Resistencia a la compresión
	0% 50,49
	3% 50,22
	5% 52,23

Figura 17

Promedio de pilas en ensayo de resistencia al a compresión por tipo de porcentaje PET en pilas



Así mismo el **objetivo específico 1** dan a conocer, con las tablas N 20 y N 21 ya presentadas las cuales se muestran en las gráficas N 15 y N17 a la N 19. Se verifica que la resistencia a la compresión axial de los ladrillos con los porcentajes de 3% y 5 % no aumenta de manera uniforme en todos los casos. Se muestra variaciones notables entre los mismos ladrillos en cada ensayo, pero a su vez se observa encada ensayo de diferente porcentaje un incremento en la resistencia a la compresión indicando que el porcentaje Pet utilizado desempeña un papel importante en a la mejora de la resistencia a la compresión.

De esta forma el **objetivo específico 2** se evidencia en la tabla N 26 y N 27 y se representada en la imagen N 20 a la N 22, permite observar la evaluación de la incorporación de 3% y 5% de fibras Pet en forma de Flake en pilas, mostrando una mejora de resistencia al comparar las pilas de de 5% y 3% teniendo una gran diferencia entre las dos muestras. Esto sugiere que la incorporación de 5% de fibras Pet puede conducir a una mejora de resistencia. Sin embargo, en el caso de los prismas de 3% de incorporación Pet no se puede llegar a una conclusión clara de mejora y que no existe una tendencia evidente en la mayor parte de sus muestras.

El **objetivo específico 3** basado en la tabla N18 y N 19 y representado en la imagen para módulo de rotura de la N 12 a la N14 y para resistencia a la compresión las tablas N 20 a la N 21 demuestre que, en general la incorporación de 5% de fibras Pet resultan mayor resistencia a la compresión y módulo de rotura superior en comparación a la de 3 % de fibras Pet. Esto sugiera una correlación positiva entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura en el aumento

del agregado. Aunque puede haber variaciones notables en los resultados de cada espécimen de cada grupo, la tendencia de mejora en la resistencia y módulo de rotura. es consistente y no aleatorio. Esta variabilidad puede estar relacionada con factores de fabricación y la calidad o forma del agregado utilizado en los ladrillos.

Los objetivos específicos también son respaldados por los resultados de la prueba de Shapiro -wilks y Levene que se detalla en la tabla N 28 y N 29. Estos resultados indican la idoneidad de realizar análisis estadístico confiables.

Al superar en nivel de significancia (p-value) de 0.05 en estas pruebas, se concluye que los datos siguen una distribución normal y que la varianza entre los grupos es similares lo que sugiere una distribución normal y una varianza igual . Esto significa que los datos se relacionan tanto con la resistencia la compresión como el del módulo de rotura, cumpliendo así de esta forma la relación de las fibras Pet en forma flek en porcentaje de agregado.

Se expone en las tablas N30 a la N 31 el análisis estadístico Anova de los grupos ladrillos y pilas de ladrillos en función de variable independiente (porcentaje de fibras Pet), en propiedades mecánicas. Los resultados indican mediante el valor p- value (0.05), que, en el caso de resistencia a la compresión de ladrillos, no existe diferencias entre los grupos de ladrillos con diferente porcentaje de fibra Pet flake. Esto responde a la incorporación de fibras Pet no impactan en sus propiedades mecánicas pero es una mala interpretación ya que como explicamos en objetivo 1 , está relacionado con falta de uniformidad de los resultados . En el caso de pilas y

la relación de módulo de rotura, el p- value es la misma ya que ambas superan el 0.05, lo cual demuestra que no se puede rechazar la hipótesis nula. Esto significa una estadística significativa entre los grupos ya que expresa que los porcentajes de ellos con relación a su uniformidad de resultados tienen un impacto en las propiedades mecánicas.

Tabla 28
Shapiro-Wilk Test Modulo de rotura

	0%	3%	5%
W-stat	0,98	0,88	0,94
P-value	0,95	0,15	0,50
Alpha	0,05	0,05	0,05
W-stat	si	si	si

Nota: El numero 0.05 es el límite denominado p valué que sugiere, si es mayor, que sigue una distribución normal

Tabla 29
Levene Test Modulo de rotura

Type	p-value	0.05
Means	0,11	
Medians	0,30	
Trimmed	0,11	

Nota: El numero 0.05 es el límite denominado p valué que sugiere, si es mayor, que varianzas no son significativamente diferentes éntrelos grupo

Tabla 30

Anova resistencia a la compresión ladrillos solidos de 0% 3% 5%

Sources	SS	df	MS	F	P value (0.05)	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Groups	9,17	2,00	4,59	0,85	0,44	0,06	0,29	-0,01
Within Groups	145,90	27,00	5,40					
Total	155,08	29,00	5,35					

Nota: El numero 0.05 es el límite denominado p valué que sugiere, si es mayor, que no hay evidencia suficiente para respalden un efecto significativo.

Tabla 31

Anova resistencia a la compresión en Pilas de 0% 3% 5%

Sources	SS	df	MS	F	P value(0.05)	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Groups	11,85	2,00	5,92	1,79	0,21	0,23	0,60	0,10
Within Groups	39,72	12,00	3,31					
Total	51,57	14,00	3,68					

Nota: El numero 0.05 es el límite denominado p valué que sugiere, si es mayor, que no hay evidencia suficiente para respalden un efecto significativo.

Tabla 32

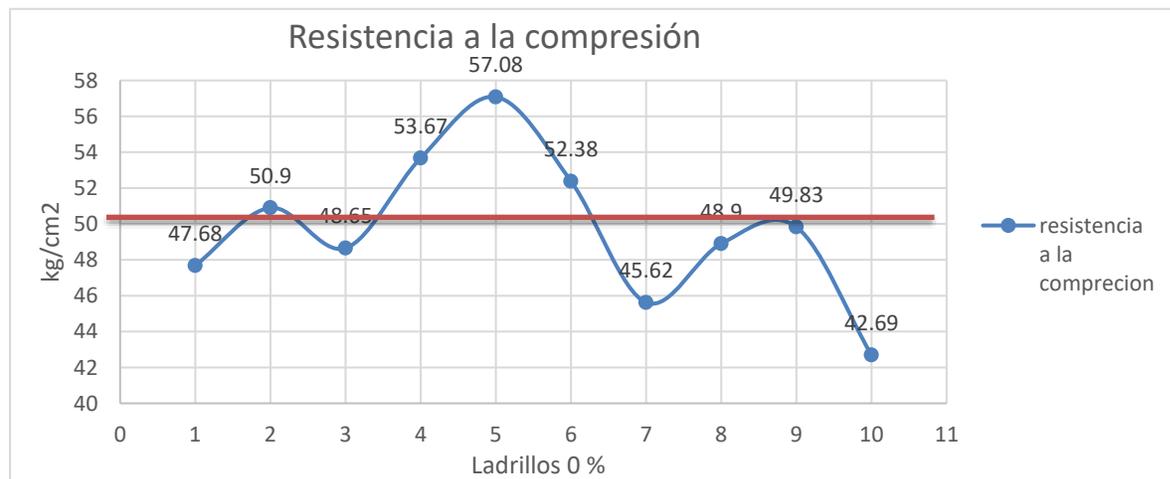
Anova Modulo de rotura ladrillos solidos de 0% 3% 5%

Sources	SS	df	MS	F	P value (0.05)	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Groups	6,04	2,00	3,02	1,05	0,37	0,12	0,42	0,01
Within Groups	42,95	15,00	2,86					
Total	48,98	17,00	2,88					

Nota: El numero 0.05 es el límite denominado p valué que sugiere, si es mayor, que no hay evidencia suficiente para respalden un efecto significativo.

Figura 18

Resistencia a la compresión sin agregado Pet en ladrillos sólidos.



Nota: La línea roja determina el valor mínimo aceptado por la norma E0.70 de la resistencia a la compresión

Figura 19

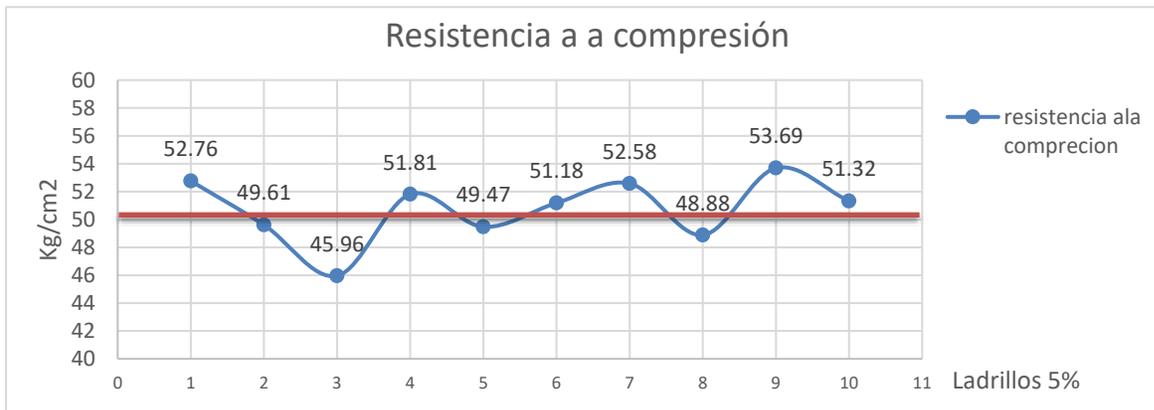
Resistencia a la compresión con agregado 3% en ladrillos solidos



Nota: La línea roja determina el valor mínimo aceptado por la norma E0.70 de la resistencia a la compresión

Figura 20

Resistencia a la compresión con agregado 5% en ladrillos solidos



Nota: La línea roja determina el valor mínimo aceptado por la norma E0.70 de la resistencia a la compresión

Figura 21

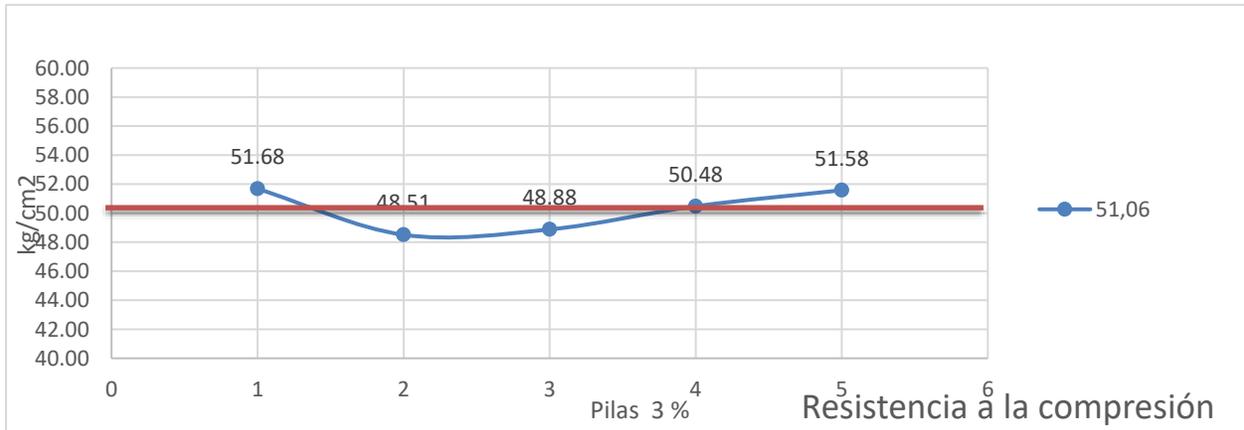
Resistencia a la compresión sin agregado Pet



Nota: La línea roja determina el valor mínimo aceptado por la norma E0.70 de la resistencia a la compresión

Figura 22

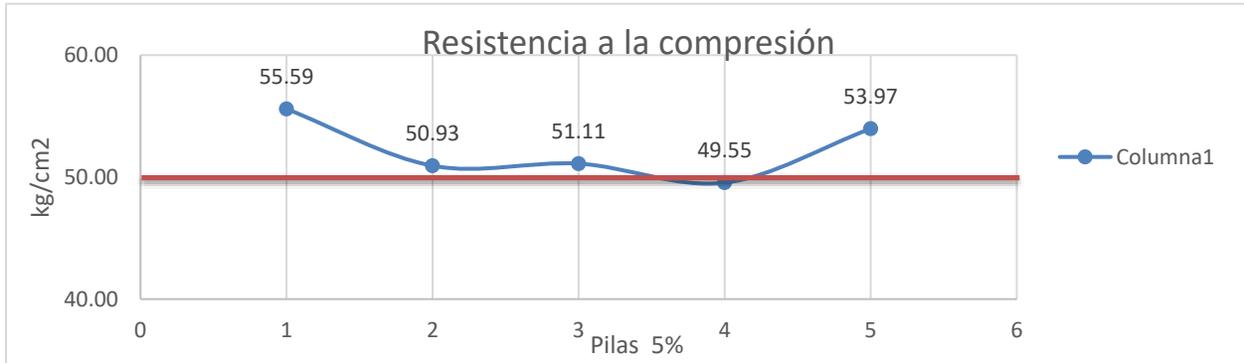
Resistencia a la compresión con agregado 3% en Pet Pilas



Nota: La línea roja determina el valor mínimo aceptado por la norma E0.70 de la resistencia a la compresión

Figura 23

Resistencia a la compresión con agregado 5% Pet en Pilas



Nota: La línea roja determina el valor mínimo aceptado por la norma E0.70 de la resistencia a la compresión

Figura 24

Resumen grafica de la resistencia a la compresión de ladrillos solidos

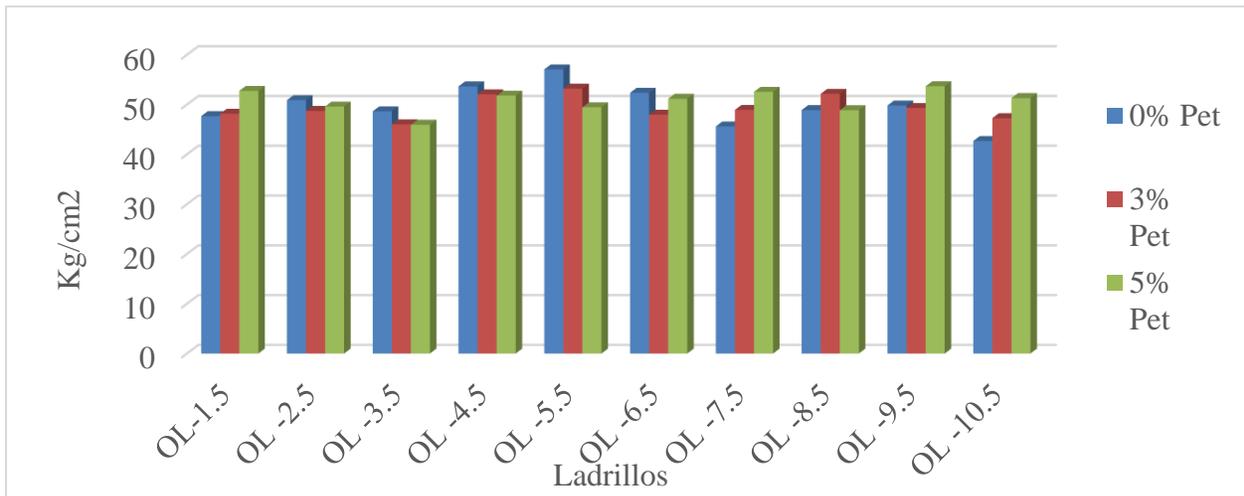
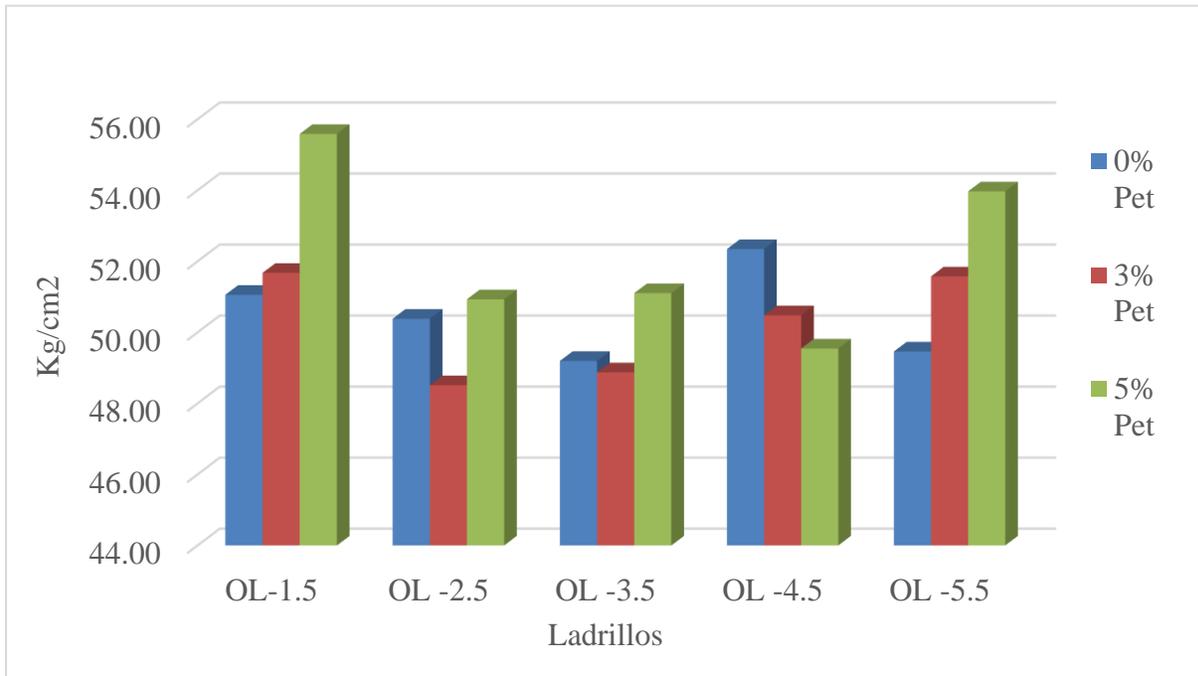


Figura 25

Resumen grafica de la resistencia a la compresión de Pilas



CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Limitación:

En esta investigación por cuestión de equipamiento de laboratorio no se contó con el ensayo de difracción de rayos X, Microscopía Óptica además de mineralógicos, microscopía Electrónica de Barrido y Espectroscopía Infrarroja (IR). Estas limitaciones nos hubieran determinado la homogeneidad y dispersión interna de los elementos y composición con respecto del agregado en su forma de cristalización Pet Flake y la cantidad de filosilicatos

4.2 Discusión

Al **resultado del objetivo general** en ladrillos indica **Marruecos** Limami, H., Manssouri, I., Cherkaoui, K., & Khaldoun, A. (2020) y con relación a la figura 8 ,Compressive Strength of Brick Samples, se **concuerta** que los datos presentados en esta investigación tienen una correlación y una comparación con lo presentado en las tablas N 20, N 26. Los datos indican que a medida que se incrementa el porcentaje de fibras Pet Flake se desarrolla una correlación beneficiosa en la resistencia a la compresión de los ladrillos, debido al mejoramiento de la homogeneidad del material. Este mejoramiento se logra al someter al plástico al horno en periodos de temperatura controlada y una cocción no más de 278 Celsius, garantizando una cristalización en conjunto de la arcilla, en especial los minerales arcillosos presentes, junto a la fusión del plástico. Durante el proceso de enfriamiento gradual, los elementos se ordenan molecularmente en manera uniforme. No obstante, es importante señalar en lo que respecta a la

resistencia a la compresión en este estudio, se ha observado una mayor variabilidad negativa de mejoramiento en los resultados individuales dando un mal dato de p value en Anova. Esto podría deberse a la falta de homogeneidad debido a prácticas deficientes de fabricación o ensayos que no se llevaron por limitaciones ya identificadas. Esto afecta en el garantizar los minerales arcillosos y la distribución en la matriz con respecto a la homogeneidad del ordenamiento de los elementos, los cuales, el estudio en comparación tubo como apoyo de estos ensayos. Así mismo Respondiendo el **resultado del objetivo general** en Pilas huquiyaury Arango, J. L. (2021) específicamente en la tabla N 16 y N24 Comparación de resistencia a la compresión de pilas de ladrillos PET. Se **discrepa** en lo resultados presentados en la investigación a la falta en la correlación de las tablas N 26 y N 27.

Esto implica que los datos mencionan una disminución producto del porcentaje Pet el cual es incorrecta. A pesar que las dos investigaciones tienen similitudes, la reducción de resistencia no se debe únicamente a la presencia del Pet, sino de la mala homogeneidad interna del ladrillo, que dependen de gran medida de la adhesión desordenada del cemento y la fibra Pet . La evaluación de resultado de la mezcla con Pet depende exclusivamente del comportamiento en función del cemento y arena, lo que lleva a una apreciación equivocada de la interacción de los dos, ya que tiende solo a depender de la adhesión del Pet y no de la homogeneidad de la matriz del ladrillo. Esto significa que, a medida se aumente una dosificación estable de cemento con Pet se dará una resistencia a la compresión mayor.

En respuesta al resultado del **objetivo específico 1** indica (Limami, H., Manssouri, I., Cherkaoui, K., & Khaldoun, A. (2020) en la figura 8 Compressive Strength of Brick Samples, y el estudio hecho en China. Ge, Z., Yue, H., & Sun, R. (2015) en la figura a (compressive strength) que presentan datos relacionados a la resistencia a la compresión en ladrillos solidos con porcentaje Pet incorporado. Se **concuierda** una tendencia común en ambos estudios, que indican que la resistencia a la compresión va en aumento a medida que se incrementa el porcentaje del agregado Pet. Es importante destacar que, aunque los estudios varíen en los porcentajes utilizados, se destaca la importancia de la homogeneidad en la fabricación del ladrillo, ya que tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión.

Esta relación entre la homogeneidad y resistencia se confirma y detalla en la tabla N 20, la cual revela que la falta de uniformidad de los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión. Esta falta de uniformidad se debe a la ausencia de control de homogeneidad en el proceso de fabricación, lo que se podría haber logrado mediante los ensayos de difracción de rayos X y Microscopía Óptica. Estos ensayos hubieran ayudado a entender o detectar las razones de la falta de homogeneidad en la fabricación con respecto a la distribución homogénea de los materiales y, por ende, un resultado más uniforme en el ensayo de resistencia a la compresión.

Además, la investigación **concuierda** con la literatura existente y con el área de respaldo, que sugiere que la preparación de estos ladrillos debe llevarse a cabo a una temperatura aproximada a los 270 grados Celsius. Esta recomendación se basa en la cristalización de la arcilla y el punto de fusión del plástico Pet. Estos factores coinciden con los hallazgos de los

estudios mencionados y respaldan la idea que la temperatura del curado es crítica para la formación de una estructura definida en la matriz de los ladrillos.

También se coincide con las investigaciones previas en lo que respecta al proceso de curado o enfriamiento controlado. Este proceso asegura e impacto significativamente en la cristalización del pet, en conjunto con los elementos filosilicatos presentes en la arcilla, De esta forma, se logra una distribución más uniforme de la porosidad y ordenamiento molecular.

En respuesta a los resultados obtenidos en el marco del **objetivo específico 2**, se **discrepa** con respecto a la influencia de la incorporación de fibras de PET en forma de flake (3% y 5%) en la resistencia a la compresión axial del prisma, tal como lo indican Chuquiyaury Arango, J. L. (2021) en la tabla N 16 y Silva, T. R., Cecchin, D., Azevedo, A. R. G., Valadão, I., Alexandre, J., Silva, F. C., Marvila, M. T., Gunasekaran, M., Filho, F. G., & Monteiro, S. N. (2021) en la tabla 4. Estos estudios demuestran que la resistencia no depende directamente de la adición de las fibras Pet, sino más bien del comportamiento del cemento como aglomerante en la matriz del ladrillo, en lugar de su papel como estabilizador.

La observación expuesta por el segundo estudio citado demuestra las irregularidades en la matriz, conjunta a la confirmación por análisis de microscopia y rayos X, los que sugiere que la concentración del cemento y la adhesión del plástico en la estructura del ladrillo crean porosidades irregulares que afectan la resistencia del prisma. Si bien los estudios difieren en los elementos estudiados, la discusión respalda la idea de que la homogeneidad del ladrillo y las

irregularidades en la matriz influyen en la resistencia de estos elementos que componen el prisma.

Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para la fabricación de prisma con ladrillos que incorporan fibras de PET. Esto sugiere que la atención debe centrarse en la homogeneidad de la matriz y las características de los elementos, en lugar de simplemente en el porcentaje de fibras de PET.

Los resultados de estos estudios se alinean con esta conclusión, señalando que la resistencia de las pilas, evaluada en condiciones similares y con el mismo porcentaje de fibras de PET, difiere de los resultados esperados. Esto se debe a que los resultados dependen más del comportamiento de la matriz y la concentración de cemento que de la homogeneidad del PET en el elemento.

Un punto fundamental en esta discusión es que el proceso de cristalización y homogeneidad del PET es crucial para lograr una adhesión adecuada y una cristalización estable, como se evidenció en los estudios que llevaron a cabo curados controlados. En contraste, en la investigación en cuestión, la explicación se centra en unidades de ladrillo de arcilla purificada expuestas a temperaturas aproximadas a 278 grados Celsius. Esto aseguró la dispersión del PET dentro de la matriz, junto con un curado controlado en ambiente cerrado, lo que ha dado como resultado características favorables en términos de resistencia a la compresión.

En última instancia, la discusión respalda la idea de que la homogeneidad del ladrillo y las irregularidades en la matriz influyen en la resistencia del prisma. Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para la fabricación de ladrillos con fibras de PET y resaltan la importancia de comprender la dinámica y las características de la matriz en lugar de simplemente enfocarse en el porcentaje de fibras de PE

Respondiendo al **resultado** del **objetivo específico 3** indica Marruecos Limami, H., Manssouri, I., Cherkaoui, K., & Khaldoun, A. (2020) específicamente las tablas de su investigación N18 y N 7. Se **discrepa** con las tablas de esta investigación N 18 y N 19. Si bien se evidencia cierta correlación, esta no resulta suficiente para afirmar una relación concluyente entre la mejora de la resistencia a la compresión axial y módulo de rotura al incorporar fibras de Pet Flake de 3% y 5% .

En relación a este estudio, los porcentajes de las tablas mencionadas en este estudio indican un aumento en el módulo de rotura y la resistencia a la compresión en diversos porcentajes. No obstante, el análisis estadístico, específicamente el ANOVA, muestra una variabilidad que no alcanza significancia en relación del porcentaje Pet en el aumento de la resistencia. Esto se debe en gran medida a la irregularidad de los resultados, la mayoría de los cuales no logra resistencias superiores al estándar o ladrillo solido sin fibras Pet y también no implica que el Pet no influya en la relación de resistencia y módulo de rotura, sino que esa influencia se ve obstaculizada por la falta de homogeneidad del material y, sobre todo, por la organización estructural en la matriz. Esta limitación podría haberse identificado través de los

aspectos previamente mencionados. No obstante, se observa una mejora en la resistencia, aunque en minoría, en cada ladrillo de cada grupo de porcentaje Pet. Esto confirma la interacción del Pet en la resistencia y módulo de rotura

Es relevante destacar que el primer estudio mencionado no sometió los ladrillos a cocción de ningún tipo y solo lo seco en ambiente cerrado. el cual, tiene como resultado de un material no homogéneo y sin ninguna reacción de los elementos de arcilla y Fibras Pet. Esta carencia de homogeneidad se evidencia en la investigación citada, que subraya la importancia de contar con la interacción homogénea para tener un ladrillo de calidad. Estos factores explican la discrepancia entre los resultados de los resultados del estudio citado con respecto al nuestro, en las tablas mencionadas.

Es oportuno mencionar que este estudio implemento la cocción de los ladrillos a temperaturas de 270 grados Celsius, garantizando así la fluidez y homogeneidad del Pet dentro de la matriz del ladrillo. Luego, se procedió a un enfriamiento en ambiente que propicio la formación de organización cristalinas, fomentado así la homogeneidad la uniformidad del elemento. Se debe añadir que la investigación presentada en esta tesis no demuestra por completo la relación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión en ladrillos, debido a la falta de uniformidad de los resultados, que se relacionan con las prácticas de producción deficientes y la necesidad de un sistema de mejor control de enfriamiento.

Por lo tanto, los aportes de esta investigación se centran en la evidencia cuantitativa del efecto de la incorporación de fibras de PET en las propiedades mecánicas de los ladrillos de arcilla. Este estudio proporciona conocimiento acerca de las temperaturas de curado óptimas para lograr una adecuada cristalización y homogeneidad entre el PET y los componentes arcillosos. Asimismo, se destaca la importancia crítica de garantizar una distribución homogénea de las fibras de PET en la matriz de arcilla para mejorar las propiedades, lo que contribuye a una mayor comprensión de la interacción entre el PET, la arcilla y otros componentes del ladrillo durante el proceso de fabricación.

4.2 Conclusión

La evidencia presentada en la investigación en el objetivo general de evaluar la resistencia a la compresión axial de ladrillos y pilas al incorporar fibras de Pet al 5% y al 3% se ha logrado. Los resultados de las tablas N20, N 21, N 26Y N 27 muestra una correlación positiva pero uniforme entre el aumento del porcentaje de fibras Pet Flake y la mejora en la resistencia a la compresión en los ladrillos. Esto se logra a través de un proceso de cocción controlada a temperaturas adecuadas, que garantiza la cristalización de la arcilla y la fusión del plástico Pet

Los resultados obtenidos respaldan la importancia crítica de la temperatura de curado en la formación de una estructura definida en la matriz de los ladrillos. La coincidencia de la cristalización de la arcilla y el punto de fusión del plástico Pet alrededor de los 270 grados Celsius asegura una distribución uniforme de la porosidad y el ordenamiento molecular. Esta conclusión se basa en evidencia observada en los estudios revisados y respalda la necesidad de un proceso de cocción controlada como es el caso Limami, H., Manssouri, I., Cherkaoui, K., Saadaoui, M., & Khaldoun, A. (2020).

La falta de uniformidad en los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión es una indicación clara de que la homogeneidad en la matriz y las características de los elementos son factores críticos en la resistencia de los ladrillos con fibras de PET. Estos elementos influyen más en la resistencia que el simple porcentaje de fibras incorporadas, y las prácticas de

fabricación deficientes o ensayos mal controlados son evidencia de esto. Este estudio tubo la limitante de no poder analizar de forma más profunda por motivos de dinero y de herramientas relacionados a estos ensayos, pero se respaldan en las imágenes por las irregularidades de uniformidad de cada ladrillo y pilas en cada prueba en las imágenes N17 a la N 22.

Existe evidencia de una mejora en la resistencia a la compresión y el módulo de rotura al incorporar fibras de Pet Flake al 3% y 5%. Sin embargo, la variabilidad en los resultados dificulta la obtención de correlaciones estadísticas sólidas. La falta de homogeneidad en los resultados y la necesidad de un control más riguroso en el proceso de enfriamiento pueden explicar las discrepancias con estudios previos y respaldan la importancia de mejorar las prácticas de fabricación y el control de enfriamiento.

Las posibles aplicaciones futuras pueden surgir en la mejora de los procesos productivos en ladrilleras para incorporar plásticos reciclados, como el PET, de manera efectiva proponiendo la creación de una guía que aborde parámetros clave de control, tales como temperaturas, velocidades de enfriamiento, tiempos y mezclado. Además, se buscaría establecer estándares y normativas técnicas para la fabricación de ladrillos con plásticos, fomentando así el uso de residuos plásticos en la construcción. Esto respaldaría la economía circular y la sostenibilidad, permitiendo el desarrollo de ladrillos con un mejor rendimiento mecánico y un enfoque ecológico.

Referencias

- Aneke, F.I., Awuzie, B.O., Mostafa, M.M.H., & Okorafor, C. (2021). *Durability Assessment and Microstructure of High-Strength Performance Bricks Produced from PET Waste and Foundry Sand*. *Materials*. 14(19), 5635 -5653
- Arias Gonzáles, J. L., & Covinos Gallardo, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques. Consulting EIRL.
- Bianco, C., Isso, F., & Moskat, M. (2021). *Breve reseña de su producción, consumo e impactos ambientales*. Taller Ecologista. <https://www.tallerecologista.org.ar/>
- Boucher, J., & Billard, G. (2020). *The marine plastic footprint*. *Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza*. IUCN. <https://portals.iucn.org/library/node/48957>
- Arango, Jose Luis. (2020). *Diseño de Ladrillo incorporando plástico PET para disminuir la conductividad térmica en muros exteriores de viviendas de ciudad Gosen*. Universidad César Vallejo
- Consejo Peruano de Construcción Sostenible y Eco Green. (2011). *Primera casa Ecológica del Peru*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú.
- da Silva, T.R., Cecchin, D., de Azevedo, A.R.G., Valadão, I., Alexandre, J., da Silva, F.C., Marvila, M.T., Gunasekaran, M., Garcia Filho, F., & Monteiro, S.N. (2021). *Technological Characterization of PET—Polyethylene Terephthalate—Added Soil-Cement Bricks*. *Materials*. 14(17), 5035-5048

- Echeverría Garro, E. R. (2017). *Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Fundación Aequae. (2023). *Infografía sobre la contaminación por plásticos en el mar Mediterráneo*. Recuperado. <https://www.fundacionaequae.org/contaminacion-plastica-en-el-mediterraneo/>
- Ge, Z., Yue, H., & Sun, R. (2015). *Properties of mortar produced with recycled clay brick aggregate and PET*. *Construction and Building Materials*. 93(2015)851-856
- Horton, A. A., Walton, A., Spurgeon, D. J., Lahive, E., & Svendsen, C. (2017). *Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities*. *Science of The Total Environment*, 586, 127-141. <https://europemc.org/article/MED/28169032>
- Hadi, M., Martel, C., Huayta, F., Rojas, R., & Arias, J. (2023). *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú.
- Instituto DKV de la Vida Saludable & ECODES. (2021). *Contaminación por plásticos. Uno de los mayores desafíos ambientales del siglo XXI*. <https://2841087.fs1.hubspotusercontent-na1.net/hubfs/2841087/DKV-%20IC%20Ebook%20IC%20-%20Ebook%20-%20Contaminacion%20por%20plasticos/DKV-Ebook-Observatorio-pla%CC%81stico.pdf>

- Jiménez, S., Domingo, A., Brazeiro, A., Defeo, O., & Phillips, R. A. (2015). *Bycatch susceptibility in pelagic longline fisheries: are albatrosses affected by the diving behaviour of medium-sized petrels?* Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. <https://doi.org/10.1017/S09592709210000461>
- Lebreton, L., Slat, B., Ferrari, F., Sainte-Rose, B., Aitken, J., Marthouse, R., Hajbane, S., Cunsolo, S., Schwarz, A., Levivier, A., Noble, K., Debeljak, P., Maral, H., Schoeneich-Argent, R., Brambini, R., & Reisser, J. (2018). *Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic.* *Scientific Reports*, 8(4666).
<https://doi.org/10.1038/s41598-018-22939-w>
- Limami, H., Manssouri, I., Cherkaoui, K., & Khaldoun, A. (2020). *Study of the suitability of unfired clay bricks with polymeric HDPE & PET wastes additives as a construction material.* *Journal of Building Engineering*, 27.
<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.1012511>
- Limami, H., Manssouri, I., Cherkaoui, K., Saadaoui, M., & Khaldoun, A. (2021). *Thermal performance of unfired lightweight clay bricks with HDPE & PET waste plastics additives.* *Journal of Building Engineering*, 34.
<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.1012511>
- Llanos, A., & Brunelli, M. (2022). *Orientaciones para tesis de título.* FAD.

Ministerio del Ambiente. (2018). *Informe sobre la contaminación plástica en los océanos.*

Ministerio del Ambiente del Perú. <https://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>

Ministerio de Producción. (2010). *Guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales.*

Despacho Viceministerial de MYPE e Industria.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.070 Albañilería.* SENCICO.

Mukherjee, S. (2013). *The Science of Clays: Applications in Industry, Engineering and Environment.* Springer

Norma Técnica Peruana. (2017). *Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería (PNTTP 399.613).* INACAL.

Norma Técnica Peruana. (2013). *Unidades de albañilería. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería (NTP 399.605).* INACAL.

Norma Técnica Peruana. (2015). *Unidades de albañilería. Ladrillos de arcilla usados en albañilería (NTP 331.017).* INACAL.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2021). *Reckoning with the U.S. Role in Global Ocean Plastic Waste.* The National Academies Press.

<https://nap.nationalacademies.org/catalog/26132/reckoning-with-the-us-role-in-global-ocean-plastic-waste>.

Pastor Castillo, A., Salazar Oliva, J. P., Seminario Regalado, R., Tineo Camacho, A., & Zapata Valladolid, J. C. (2015). *Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado*. Universidad de Piura.

Plan de Acción de Basura Marina. (2022). *Plan de Acción de Basura Marina 2022-2027*. Ministerio de ambiente, Panamá. <https://www.miambiente.gob.pa/panama-lanza-plan-de-accion-de-basura-marina-2022-2027/>.

Quesada Somano, A. K., & Medina León, A. (s.f.). *Métodos teóricos de investigación: Análisis-síntesis, inducción-deducción, abstracto – concreto e histórico- lógico*. Universidad de Matanza

Rodríguez Rodríguez, C., Breña Oré, J. L., & Esenarro Vargas, D. (2021). *Las variables en la metodología de la investigación científica*. Editorial Área de Innovación y Desarrollo, S.L.

Rodríguez Jiménez, A., & Pérez Jacinto, A. O. (2017). *Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento*. Revista EAN.

Statista Research Department. (2023). *Global plastics production forecast 2025-2050*. Statista Research Department. <https://www.statista.com/statistics/664906/plastics-production-volume-forecast-worldwide/>

Suasnava Flores, D. F. (2017). *Degradación de materiales plásticos “PET”* (polyethylene terephthalate), como alternativa para su gestión. Quito.

UNEP. (2021). *From Pollution to Solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution*. Recuperado de UNEP.

Anexos

Anexo 1



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°01
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
 Fecha :
 Hora :
 Distrito : Breña
 Provincia : Lima
 Departamento : Lima
 Ensayo : Variación Dimensional - NTP 399.613
 Laboratorio de : Breña
 Pruebas y Ensayos :
 Muestra : 10 Unidades de ladrillos sin agregado Pet (Flake)

MUESTRA	LARGO (mm)					ALTO (mm)					ANCHO (mm)				
	L1	L2	L3	L4	L.prom	A1	A2	A3	A4	L.prom	H1	H2	H3	H4	H.prom
OL-1.1.0															
OL -2.1.0															
OL -3.1.0															
OL -4.1.0															
OL -5.1.0															
OL -6. 1.0															
OL -7.1.0															
OL -8.1.0															
OL -9.1.0															
OL -10.1.0															
	L. Promedios					A. Promedios					H. Promedios				

Observación:

Datos del validador:
SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por: 
 Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
 ING. CIVIL
 R. CIP: 132258

Aprobado por:

Aprobado por:



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°02
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y
PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Variación Dimensional - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos sin agregado Pet (Flake)

Foto o evidencia Variación Dimensional

Observación:

Datos del validador:

SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
ING. CIVIL
R. CIP. 132258

Aprobado por:

Aprobado por:

Anexo1.0



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°03
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
 Fecha :
 Hora :
 Distrito : Breña
 Provincia : Lima
 Departamento : Lima
 Ensayo : Variación Dimensional - NTP 399.613
 Laboratorio de : Breña
 Pruebas y Ensayos :
 Muestra : 10 Unidades de ladrillos con agregado 3% Pet (Flake)

MUESTRA	LARGO (mm)					ALTO (mm)					ANCHO (mm)				
	L1	L2	L3	L4	L.prom	A1	A2	A3	A4	L.prom	H1	H2	H3	H4	H.prom
OL-1.1.3															
OL -2.1.3															
OL -3.1.3															
OL -4.1.3															
OL -5.1.3															
OL -6.1.3															
OL -7.1.3															
OL -8.1.3															
OL -9.1.3															
OL -10.1.3															
	L. Promedios					A. Promedios					H. Promedios				

Observación:

Datos del validador:

SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
ING. CIVIL
R. CIP. 132258

Aprobado por:

Aprobado por:



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Variación Dimensional - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos con agregado 3% Pet (Flake)

Foto o evidencia Variación Dimensional

Observación:

Datos del validador:

SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
ING. CIVIL
R. CIP: 332298

Aprobado por:

Aprobado por:

Anexo1.1



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°05
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Variación Dimensional - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos con agregado 5% Pet (Flake)

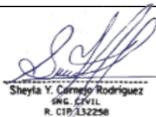
MUESTRA	LARGO (mm)					ALTO (mm)					ANCHO (mm)				
	L1	L2	L3	L4	L.prom	A1	A2	A3	A4	L.prom	H1	H2	H3	H4	H.prom
OL-1.1.5															
OL -2.1.5															
OL -3.1.5															
OL -4.1.5															
OL -5.1.5															
OL -6.1.5															
OL -7.1.5															
OL -8.1.5															
OL -9.1.5															
OL -10.1.5															
	L. Promedios					A. Promedios					H. Promedios				

Observación:

Datos del validador:

SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
ING. CIVIL
R. CIP-132258

Aprobado por:

Aprobado por:



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°06
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Variación Dimensional - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos con agregado 5% Pet (Flake)

Foto o evidencia Variación Dimensional		
Observación:		
Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ		
Aprobado por:  Sheyla Y. Cornejo Rodriguez ING. CIVIL R. CTR. 132256	Aprobado por:	Aprobado por:

Anexo 2



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°07
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Alabeo - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos sin agregado Pet (Flake)

MUESTRA	Cara A		Cara B	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
OL-1.2.3				
OL -2.2.3				
OL -3.2.3				
OL -4.2.3				
OL -5.2.3				
OL -6.2.3				
OL -7.2.3				
OL -8.2.3				
OL -9.2.3				
OL -10.2.3				
PROMEDIO				

Observación:

Datos del validador:

SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodríguez
ING. CIVIL
R. CIP/122204

Aprobado por:

Aprobado por:



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°8
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y
PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Alabeo - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos sin agregado Pet (Flake)

Foto o evidencia Alabeo

Observación:

Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
SHE. 27411
R. CIP. 132258

Aprobado por:

Aprobado por:

Anexo 2.0



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°09 Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Alabeo - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos con agregado 3 % Pet (Flake)

MUESTRA	Cara A		Cara B	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
OL-1.2.3				
OL-2.2.3				
OL-3.2.3				
OL-4.2.3				
OL-5.2.3				
OL-6.2.3				
OL-7.2.3				
OL-8.2.3				
OL-9.2.3				
OL-10.2.3				
PROMEDIO				

Observación:		
Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ		
Aprobado por:  Sheyla Y. Cornejo Rodriguez <small>ING. CIVIL R. CIP. 132758</small>	Aprobado por:	Aprobado por:



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°10
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y
PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Alabeo - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña

Muestra : 10 Unidades de ladrillos con agregado 3% Pet (Flake)

Foto o evidencia Absorción

Observación:

Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
ING. CIVIL
R. CIP. 132258

Aprobado por:

Aprobado por:

Anexo 2.1



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°11 Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Alabeo - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos con agregado 5 % Pet (Flake)

MUESTRA	Cara A		Cara B	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
OL-1.2.3				
OL -2.2.3				
OL -3.2.3				
OL -4.2.3				
OL -5.2.3				
OL -6.2.3				
OL -7.2.3				
OL -8.2.3				
OL -9.2.3				
OL -10.2.3				
PROMEDIO				

Observación:		
Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ		
Aprobado por:  Sheyla Y. Cornejo Rodriguez ING. CIVIL R. 020332006	Aprobado por:	Aprobado por:



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°12
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

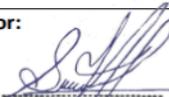
Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Alabeo - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos con agregado 5% Pet (Flake)

Foto o evidencia Alabeo

Observación:

Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodríguez
ING. CIVIL
R. CIP 332258

Aprobado por:

Aprobado por:

Anexo 3



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°13
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Absorción - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 5 Unidades de ladrillos sin agregado Pet (Flake)

MUESTRA	PESO (gr)			Absorción %
	Seco 1 (antes del horno)	Seco2 (después del horno)	24 horas inmersión	
OL-1.3.0				
OL -2.3.0				
OL -3.3.0				
OL -4.3.0				
OL -5.3.0				
			PROMEDIO	

Observación:

Datos del validador:
SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por: 
Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
ING. CIVIL
R. CIP 132250

Aprobado por:
Aprobado por:



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°14
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Absorción - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 5 Unidades de ladrillos sin agregado Pet (Flake)

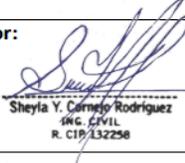
Foto o evidencia Absorción

Observación:

Datos del validador:

SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
ING. CIVIL
R. CIP 132258

Aprobado por:

Aprobado por:

Anexo 3.0



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°15
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Absorción - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 5 Unidades de ladrillos con agregado 3% Pet (Flake)

MUESTRA	PESO (gr)			Absorción %
	Seco 1 (antes del horno)	Seco2 (después del horno)	24 horas inmersión	
OL-1.3.3				
OL -2.3.3				
OL -3.3.3				
OL -4.3.3				
OL -5.3.3				
			PROMEDIO	

Observación:		
Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ		
Aprobado por:  Sheyla Y. Cornejo Rodriguez ING. CIVIL R. C19/33298	Aprobado por:	Aprobado por:



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°16
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Absorción - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 5 Unidades de ladrillos con agregado 3 % Pet (Flake)

Foto o evidencia Absorción

Observación:

Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
ING. CIVIL
R. CIP. 132258

Aprobado por:

Aprobado por:

Anexo 3.1



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°17
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Absorción - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 5 Unidades de ladrillos con agregado 5 % Pet (Flake)

MUESTRA	PESO (gr)			Absorción %
	Seco 1 (antes del horno)	Seco2 (después del horno)	24 horas inmersión	
OL-1.3.5				
OL -2.3.5				
OL -3.3.5				
OL -4.3.5				
OL -5.3.5				
			PROMEDIO	

Observación:

Datos del validador:

SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
ING. CIVIL
R. CIP: 132258

Aprobado por:

Aprobado por:



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°18
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Absorción - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 5 Unidades de ladrillos con agregado 5 % Pet (Flake)

Foto o evidencia Absorción

Observación:

Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
ING. CIVIL
R. CIP 132258

Aprobado por:

Aprobado por:

Anexo 4



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°19
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Módulo de rotura - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos sin agregado Pet (Flake)

MUESTRA	LARGO (cm)			ALTO (cm)			ANCHO (mm)			Lentre apoyos	Área Bruta	Carga máxima	Fbr
	L1	L2	L.prom	A1	A2	L.prom	H1	H2	H.prom	L	cm ²	Kg	Kg/cm ²
OL-1.4.0													
OL -2.4.0													
OL -3.4.0													
OL -4.4.0													
OL -5.4.0													
OL -6.4.0													
OL -7.4.0													
OL -8.4.0													
OL -9.4.0													
OL -10.4.0													

Fb Promedio	
Fb Característico	
Desviación estándar	
Coefficiente de variación	

Observación:

Datos del validador:

SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodríguez
ING. CIVIL
R. CIP/332258

Aprobado por:

Aprobado por:



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°20
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Módulo de rotura - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos sin agregado Pet (Flake)

Foto o evidencia Módulo de rotura

Observación:

Datos del validador:

SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
D.N.C. 57411
R. CIP. 132258

Aprobado por:

Aprobado por:

Anexo 4.0



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°21 Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Módulo de rotura - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos con agregado 3% Pet (Flake)

MUESTRA	LARGO (cm)			ALTO (cm)			ANCHO (mm)			L.entre apoyos	Área Bruta	Carga máxima	Fbr
	L1	L2	L.prom	A1	A2	L.prom	H1	H2	H.prom	L	cm ²	Kg	Kg/cm ²
OL-1.4.3													
OL -2.4.3													
OL -3.4.3													
OL -4.4.3													
OL -5.4.3													
OL -6.4.3													
OL -7.4.3													
OL -8.4.3													
OL -9.4.3													
OL -10.4.3													

Fb Promedio	
Fb Característico	
Desviación estándar	
Coefficiente de variación	

Observación:

Datos del validador:
SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:	Aprobado por:	Aprobado por:
 Sheyla Y. Cornejo Rodriguez <small>REG. 27011 R. CIP. 132258</small>		



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°22
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Módulo de rotura - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos con agregado 3% Pet (Flake)

Foto o evidencia Módulo de rotura

Observación:

Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
ING. CIVIL
R. CIP: 332258

Aprobado por:

Aprobado por:

Anexo 4.1



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°23 Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Módulo de rotura - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos con agregado 5% Pet (Flake)

MUESTRA	LARGO (cm)			ALTO (cm)			ANCHO (mm)			L.entre apoyos	Área Bruta	Carga máxima	Fbr
	L1	L2	L.prom	A1	A2	L.prom	H1	H2	H.prom	L	cm ²	Kg	Kg/cm ²
OL-1.4.5													
OL -2.4.5													
OL -3.4.5													
OL -4.4.5													
OL -5.4.5													
OL -6.4.5													
OL -7.4.5													
OL -8.4.5													
OL -9.4.5													
OL -10.4.5													

Fb Promedio	
Fb Característico	
Desviación estándar	
Coefficiente de variación	

Observación:

Datos del validador:

SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
ING. CIVIL
R. CIP: 132258

Aprobado por:

Aprobado por:



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°24
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Módulo de rotura - NTP 399.613
Laboratorio de : Breña
Pruebas y Ensayos :
Muestra : 10 Unidades de ladrillos con agregado 5% Pet (Flake)

Foto o evidencia Módulo de rotura

Observación:

Datos del validador:

SHEILA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
ING. CIVIL
R. CIP/332258

Aprobado por:

Aprobado por:

Anexo 5



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°25 Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Resistencia a la compresión en unidades de ladrillo - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos sin agregado Pet (Flake)

MUESTRA	LARGO (cm)			ALTO (cm)			ANCHO (mm)			Área Bruta	Carga máxima	Fb
	L1	L2	L.prom	A1	A2	L.prom	H1	H2	H.prom	cm ²	Kg	Kg/cm ²
OL-1.5.0												
OL-2.5.0												
OL-3.5.0												
OL-4.5.0												
OL-5.5.0												
OL-6.5.0												
OL-7.5.0												
OL-8.5.0												
OL-9.5.0												
OL-10.5.0												

Fb Promedio	
Fb Característico	
Desviación estándar	
Coefficiente de variación	

Observación:		
Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ		
Aprobado por:  Sheyla Y. Cornejo Rodriguez ING. CIVIL R. CIP-153298	Aprobado por:	Aprobado por:



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°26
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Resistencia a la compresión en unidades de ladrillo - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra :10 Unidades de ladrillos sin agregado Pet (Flake)

Foto o evidencia Resistencia a la compresión en unidades de ladrillo

Observación:

Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
ING. CIVIL
R. CIP 132258

Aprobado por:

Aprobado por:

Anexo 5.0



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°27 Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Resistencia a la compresión en unidades de ladrillo - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos con agregado 3 % Pet (Flake)

MUESTRA	LARGO (cm)			ALTO (cm)			ANCHO (mm)			Área Bruta	Carga máxima	Fb
	L1	L2	L.prom	A1	A2	L.prom	H1	H2	H.prom	cm ²	Kg	Kg/cm ²
OL-1.5.3												
OL-2.5.3												
OL-3.5.3												
OL-4.5.3												
OL-5.5.3												
OL-6.5.3												
OL-7.5.3												
OL-8.5.3												
OL-9.5.3												
OL-10.5.3												

Fb Promedio	
Fb Característico	
Desviación estándar	
Coefficiente de variación	

Observación:

Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
R. CIP: 132258

Aprobado por:

Aprobado por:



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°28
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Resistencia a la compresión en unidades de ladrillo - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos con agregado 3 % Pet (Flake)

Foto o evidencia Resistencia a la compresión en unidades de ladrillo

Observación:

Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
ING. CIVIL
R. CIP. 132258

Aprobado por:

Aprobado por:

Anexo 5.1



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

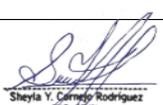
GUÍA DE OBSERVACIÓN N°29 Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Resistencia a la compresión en unidades de ladrillo - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos con agregado 5 % Pet (Flake)

MUESTRA	LARGO (cm)			ALTO (cm)			ANCHO (mm)			Área Bruta	Carga máxima	Fb
	L1	L2	L.prom	A1	A2	L.prom	H1	H2	H.prom	cm ²	Kg	Kg/cm ²
OL-1.5.5												
OL-2.5.5												
OL-3.5.5												
OL-4.5.5												
OL-5.5.5												
OL-6.5.5												
OL-7.5.5												
OL-8.5.5												
OL-9.5.5												
OL-10.5.5												

Fb Promedio	
Fb Característico	
Desviación estándar	
Coficiente de variación	

Observación:		
Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ		
Aprobado por:  Sheyla Y. Cornejo Rodriguez ING. CIVIL R. CIP. 33228	Aprobado por:	Aprobado por:



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°30
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Resistencia a la compresión en unidades de ladrillo - NTP 399.613
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 10 Unidades de ladrillos con agregado 5 % Pet (Flake)

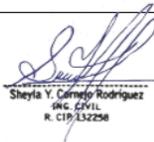
Foto o evidencia Resistencia a la compresión en unidades de ladrillo

Observación:

Datos del validador:

SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodríguez
ING. CIVIL
R. CIP. 132258

Aprobado por:

Aprobado por:

Anexo 6



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°31 Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Resistencia a la compresión en prismas- NTP 399.605
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 5 primas de ladrillos sin agregado Pet (Flake)

Prismas	LARGO (cm)			ALTO (cm)			ANCHO (mm)			Área Bruta	Carga máxima	Esbeltez	Factor de corrección Esbeltez	Fb
	L1	L2	L.prom	A1	A2	L.prom	H1	H2	H.prom	cm ²	Kg	h/b		Kg/cm ²
Marc-1.6.3														
Marc -2.6.3														
Marc -3.6.3														
Marc -4.6.3														
Marc -5.6.3														

Fb Promedio	
Fb Característico	
Desviación estándar	
Coficiente de variación	

Observación:		
Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ		
Aprobado por:	Aprobado por:	Aprobado por:
 Sheyla Y. Cornejo Rodríguez <small>ING. CIVIL R. CIP: 132258</small>		



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°32
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Resistencia a la compresión en prismas - NTP 399.605
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 5 primas de ladrillos sin agregado Pet (Flake)

Foto o evidencia Resistencia a la compresión en prismas

Observación:

Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
ING. CIVIL
N. CIP. 532296

Aprobado por:

Aprobado por:

Anexo 6.0



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°33 Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Resistencia a la compresión en prismas- NTP 399.605
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 5 primas de ladrillos con agregado 3 % Pet (Flake)

Prismas	LARGO (cm)			ALTO (cm)			ANCHO (mm)			Área Bruta	Carga máxima	Esbeltez	Factor de corrección Esbeltez	Fb
	L1	L2	L.prom	A1	A2	L.prom	H1	H2	H.prom	cm ²	Kg	h/b		Kg/cm ²
Marc-1.6.3														
Marc -2.6.3														
Marc -3.6.3														
Marc -4.6.3														
Marc -5.6.3														

Fb Promedio	
Fb Característico	
Desviación estándar	
Coefficiente de variación	

Observación:		
Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ		
Aprobado por:  Sheyla Y. Cornejo Rodriguez ING. CIVIL R. CIP. 332258	Aprobado por:	Aprobado por:



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°34
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y
PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Resistencia a la compresión en prismas - NTP 399.605
Laboratorio de : Breña
Pruebas y Ensayos
Muestra : 5 primas de ladrillos con agregado 3 % Pet (Flake)

Foto o evidencia Resistencia a la compresión en prismas

Observación:

Datos del validador:

SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
ING. CIVIL
R. 019/332258

Aprobado por:

Aprobado por:

Anexo 6.1



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°35
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Resistencia a la compresión en prismas- NTP 399.605
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 5 primas de ladrillos con agregado 5 % Pet (Flake)

Prismas	LARGO (cm)			ALTO (cm)			ANCHO (mm)			Área Bruta	Carga máxima	Esbeltez	Factor de corrección Esbeltez	Fb
	L1	L2	L.prom	A1	A2	L.prom	H1	H2	H.prom	cm ²	Kg	h/b		Kg/cm ²
Marc-1.6.5														
Marc -2.6.5														
Marc -3.6.5														
Marc -4.6.5														
Marc -5.6.5														

Fb Promedio	
Fb Característico	
Desviación estándar	
Coefficiente de variación	

Observación:		
Datos del validador: SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ		
Aprobado por:  Sheyla Y. Cornejo Rodriguez ING. CIVIL R-0170337296	Aprobado por:	Aprobado por:



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°36
Formato para recolección de Datos

“MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LADRILLOS POR UNIDAD Y PILAS AL AGREGAR FIBRA PET”

Tesista : Pérez Ryan Guevara Carlos Favio Pio
Fecha :
Hora :
Distrito : Breña
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Ensayo : Resistencia a la compresión en prismas - NTP 399.605
Laboratorio de Pruebas y Ensayos : Breña
Muestra : 5 prismas de ladrillos con agregado 5 % Pet (Flake)

Foto o evidencia Resistencia a la compresión en prismas

Observación:

Datos del validador:

SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRIGUEZ

Aprobado por:



Sheyla Y. Cornejo Rodriguez
ING. CIVIL
R. CIP. 132258

Aprobado por:

Aprobado por: