



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de
ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena
Vista, Lurín - 2021”**

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

AUTOR:

Lopez Solano, Gustavo Andree (ORCID: 0000-0002-7701-5740)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios, por regalarme la voluntad
para trabajar y cumplir mis
sueños.

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza; a mi madre Rita Carolina Solano Ruiz, a mi bisabuela Rosa Bazan Vargas y a mi abuelo Victor Guillermo Solano Bazan, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento. También le agradezco al ingeniero Carlos Danilo Minaya Rosario por asesorarme y permitirme lograr el gran anhelo de titularme como ingeniero civil

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de Investigación.....	13
3.2. Variables y operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimientos.....	20
3.6. Métodos de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN.....	61
VI. CONCLUSIONES.....	64
VII. RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIAS.....	66
ANEXOS.....	70

Índice de tablas

Tabla 1: Resistencias a la compresión de unidades, pilas y muretes.....	12
Tabla 2: Cantidad de ladrillos por porcentaje de plástico PET.....	17
Tabla 3: Ensayos de laboratorio.....	19
Tabla 4: Cuadro de porcentajes retenidos y pasantes de la muestra.....	24
Tabla 5: Ubicación del D10.....	25
Tabla 6: Ubicación del D30.....	26
Tabla 7: Ubicación del D60.....	27
Tabla 8: Peso específico y porcentaje de absorción.....	28
Tabla 9: Contenido de humedad.....	30
Tabla 10: Peso unitario suelto seco.....	31
Tabla 11: Peso unitario compactado seco.....	32
Tabla 12: Cantidades preliminares para el ladrillo patrón (0%PET).....	33
Tabla 13: Dosificación final para el ladrillo patrón (0%PET).....	34
Tabla 14: Cantidad de materiales para la fabricación de ladrillos patrón.....	34
Tabla 15: Proporción constante para ladrillos con PET.....	34
Tabla 16: Cantidades preliminares para el ladrillo con 15%PET.....	35
Tabla 17: Dosificación final para el ladrillo con 15%PET.....	35
Tabla 18: Cantidad de materiales para la fabricación de ladrillos con 15%PET..	35
Tabla 19: Proporción constante para ladrillos con PET.....	35
Tabla 20: Cantidades preliminares para el ladrillo con 30%PET.....	36
Tabla 21: Dosificación final para el ladrillo con 30%PET.....	36
Tabla 22: Cantidad de materiales para la fabricación de ladrillos con 30%PET..	36
Tabla 23: Proporción constante para ladrillos con PET.....	36
Tabla 24: Cantidades preliminares para el ladrillo con 45%PET.....	37
Tabla 25: Dosificación final para el ladrillo con 45%PET.....	37
Tabla 26: Cantidad de materiales para la fabricación de ladrillos con 45%PET..	37
Tabla 27: Dosificación de materiales para cada tipo de ladrillo.....	37
Tabla 28: Materiales de la investigación.....	38
Tabla 29: Granulometría recomendada por la NTE E.070.....	39
Tabla 30: Morteros recomendados por la NTE E.070.....	39
Tabla 31: Ensayos de resistencia f ^b de las muestras con 0%PET (patrón).....	41

Tabla 32: Ensayo de resistencia f'_b de las muestras con 15%PET	42
Tabla 33: Ensayo de resistencia f'_b de las muestras con 30%PET	43
Tabla 34: Ensayo de resistencia f'_b de las muestras con 45%PET	44
Tabla 35: Esbeltez y factor de corrección para el f'_m	47
Tabla 36: Ensayo de resistencia f'_m de las muestras con 0%PET (patrón).....	47
Tabla 37: Ensayo de resistencia f'_m de las muestras con 15%PET.....	48
Tabla 38: Ensayo de resistencia f'_m de las muestras con 30%PET.....	49
Tabla 39: Ensayo de resistencia f'_m de las muestras con 45%PET.....	50
Tabla 40: Ensayos de resistencia al corte en muretes 0%PET (patrón).....	54
Tabla 41: Ensayo de resistencia al corte de las muestras con 15%PET.....	55
Tabla 42: Ensayo de resistencia al corte de las muestras con 30%PET.....	56
Tabla 43: Ensayo de resistencia al corte de las muestras con 45%PET.....	57

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Fotografía de muestras de ladrillos de concreto.....	16
Figura 2: Ubicación de Lima.....	22
Figura 3: Departamento de Lima.....	22
Figura 4: Croquis de la zona del proyecto en Lurín.....	22
Figura 5: Croquis de ubicación de la zona de estudio.....	23
Figura 6: Fotografía Localización del laboratorio.....	23
Figura 7: Fotografía del Tamizado de arena gruesa.....	23
Figura 8: Gráfico de la curva granulométrica.....	24
Figura 9: Coeficientes de uniformidad y coeficientes de curvatura.....	25
Figura 10: Intervalos para conocer el tipo de suelo.....	25
Figura 11: Ecuación para calcular el D10, D30 y D60.....	26
Figura 12: Gráfico del peso específico de masa.....	29
Figura 13: Gráfica de los porcentajes de absorción.....	29
Figura 14: Gráfico del Contenido de humedad.....	30
Figura 15: Comparación del peso unitario suelto húmedo y seco.....	31
Figura 16: Comparación del peso unitario compactado húmedo y seco.....	32
Figura 17: Dimensiones de la muestra.....	33
Figura 18: Cálculo del peso del agua de la arena gruesa.....	33
Figura 19: Gráfico de las 4 dosificaciones de materiales.....	38
Figura 20: Cálculo de $f'b$	40
Figura 21: Desviación estándar.....	40
Figura 22: Fabricación de muestra.....	40
Figura 23: Compresión unidad.....	40
Figura 24: Gráfico comparativo de fb para muestras patrón.....	41
Figura 25: Gráfico comparativo de fb para muestras con 15%PET.....	42
Figura 26: Gráfico comparativo de fb para muestras con 30%PET.....	43
Figura 27: Gráfico comparativo de fb para muestras con 45%PET.....	44
Figura 28: Comparación de los 4 tipos de ensayos de $f'b$	45
Figura 29: Influencia del PET en el $f'b$	45
Figura 30: fm sin corrección.....	46
Figura 31: Resistencia de la pila.....	46

Figura 32: Construcción de pilas.....	47
Figura 33: Ensayo $f'm$ 0%PET.....	47
Figura 34: Gráfico comparativo de $f'm$ para muestras con 0%PET.....	48
Figura 35: Gráfico comparativo de $f'm$ para muestras con 15%PET.....	49
Figura 36: Gráfico comparativo de $f'm$ para muestras 30%PET.....	50
Figura 37: Gráfico comparativo de $f'm$ para muestras 45%PET.....	50
Figura 38: Comparación de los 4 tipos de ensayos de $f'm$	51
Figura 39: Influencia del PET en el $f'm$	51
Figura 40: Falla del murete.....	52
Figura 41: Tipos de falla.....	52
Figura 42: Cálculo de $V'm$	53
Figura 43: Cálculo de $V'm$	53
Figura 44: Fabricación del murete.....	53
Figura 45: Ensayo del murete.....	53
Figura 46: Gráfico comparativo de $V'm$ para muestras con 0%PET.....	54
Figura 47: Gráfico comparativo de $V'm$ para muestras con 15%PET.....	56
Figura 48: Gráfico comparativo de $V'm$ para muestras con 30%PET.....	57
Figura 49: Gráfico comparativo de $V'm$ para muestras con 45%PET.....	58
Figura 50: Gráfico comparativo de los 4 tipos de ensayos de $V'm$	58
Figura 51: Gráfico de la Influencia del PET en el $V'm$	59
Figura 52: Gráfico comparativo de $V'm$ y la raíz cuadrada de $f'm$	59
Figura 53: Gráfico comparativo de la Influencia del PET en $f'b$, $f'm$ y $V'm$	60
Figura 54: Gráfico de ubicación de los puntos óptimos de resistencia.....	60

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general evaluar la influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021; estableciéndose realizar los ensayos de resistencia a la compresión de unidades de ladrillos, resistencia a la compresión de pilas y resistencia a la compresión diagonal de muretes. Formulándose la metodología: su diseño de investigación fue experimental (cuasi), su tipo de investigación fue nivel explicativo, de enfoque cuantitativo. Al incorporar el plástico PET en porcentajes de 15%, 30% y 45% se obtuvo los siguientes resultados: la resistencia a la compresión de unidades aumentó 1.15%, 4.27% y disminuyó 27.51%, la resistencia a la compresión de pilas incrementó 4.08%, 14.08% y disminuyó 28.87%, finalmente la resistencia a la compresión diagonal de muretes se redujo 14.25%, 36.95% y 55.40% respecto a la muestra patrón. Se concluyó que la incorporación del plástico PET mejora la resistencia a la compresión de unidades y pilas, sin embargo, su influencia es negativa para la resistencia al corte de muretes.

Palabras clave: unidades, pilas, muretes, PET, resistencia.

ABSTRACT

The general objective of this research was to evaluate the influence of PET plastic on the mechanical properties of non-bearing concrete bricks in perimeter walls, Buena Vista, Lurín - 2021; establishing the tests of resistance to compression of brick units, resistance to compression of piles and resistance to diagonal compression of walls. Formulating the methodology: his research design was experimental (quasi), his type of research was explanatory level, quantitative approach. By incorporating PET plastic in percentages of 15%, 30% and 45%, the following results were obtained: the compressive strength of units increased 1.15%, 4.27% and decreased 27.51%, the compressive strength of batteries increased 4.08%, 14.08% and decreased 28.87%, finally the resistance to diagonal compression of walls was reduced 14.25%, 36.95% and 55.40% with respect to the standard sample. It was concluded that the incorporation of PET plastic improves the resistance to compression of units and stacks, however, its influence is negative for the resistance to cutting of walls.

Keywords: units, piles, walls, PET, resistance.

I. INTRODUCCIÓN

La gran mayoría de cimentaciones para muros perimetrales construidas en terrenos inestables tienen dimensiones mayores a las normales, debido a que la zona en donde se construyen contiene suelos arenosos, es por ello que se incrementa el área de la cimentación para disminuir la presión sobre el suelo de baja capacidad portante. Al aumentar las dimensiones de las cimentaciones, aumenta el costo de su construcción. A los ladrillos cargados por la cimentación se les incorporó un material más liviano, barato, ecológico que mejoró las propiedades mecánicas que se requiere para este tipo de solicitaciones reduciendo los costos de obra. En países como Uganda, India y Ecuador se utilizaron muros de botellas con afirmado, mortero mezclado con plástico fundido y ladrillos de concreto con PET pulverizado. El objetivo de estos proyectos era encontrar un prototipo de material no convencional que ofrezca resistencias óptimas para la construcción de muros y genere un impacto positivo para el ambiente. También se realizó un análisis comparativo entre los costos del ladrillo patrón y el ladrillo con incorporación de PET, los resultados favorecieron a este último por ser más económico.

En el Perú siempre se ha utilizado ladrillos portantes para construir muros perimetrales, a pesar de que solo cargan su propio peso, esto eleva el costo por metro lineal de la pared. El ladrillo que siempre debió ser utilizado es el de tipo pandereta, sin embargo, no es muy utilizado en cercos perimétricos por ser más complicado de asentar y no amarra como los ladrillos con perforaciones verticales. Ante esto surge la necesidad de utilizar un prototipo preparado con materiales que ofrezcan la resistencia de un ladrillo portante. A pesar de que el muro perimetral soporta su propio peso, debe proyectarse a que en algún futuro este podría ser transformado en una vivienda, para eso debe contar con unidades de albañilería que como mínimo sean ladrillos tipo I. En Cajamarca incorporaron bolitas de polietileno tereftalato en la preparación de ladrillo de concreto vibrado con la finalidad de mejorar la resistencia, los resultados de los ensayos indicaron que se cumplió con los requerimientos de la norma peruana de albañilería. Existe un proyecto en Chimbote en donde se utilizaron como unidades de albañilería las botellas PET rellenas con arena compactada obteniéndose resistencias características que no cumplen con los requisitos de un ladrillo portante, sin embargo, el presupuesto para elaborar estos modelos propuestos es más

económico que el tradicional. En la Universidad Nacional de Ucayali utilizaron el plástico PET en estado líquido (punto de fusión) y el aserrín para la mezcla de los ladrillos. La meta era crear una muestra con mejores propiedades físico mecánicas que las unidades de albañilería comerciales, sin embargo, todas las muestras resultaron no portantes.

Utilizar el ladrillo PET en distintos proyectos va a generar un impacto positivo en el ambiente. Gran parte de todos los residuos contaminantes los conforman los plásticos PET, y para disminuir esta sobreacumulación de agentes inorgánicos es necesario reutilizarlos en el sector constructivo debido a la gran demanda de materiales que requiere. “Mientras más ladrillos requiera la obra menos contaminación ambiental” es la filosofía de esta investigación.

El lugar de estudio se ubica en Huarochirí s/n parcela 4114 zona C CP Buena Vista, Lurín-Lima. Es una zona que no cuenta con servicios de agua y desagüe, el abastecimiento de agua potable se realiza mediante el uso de bombas centrífugas y pozos. El elevado porcentaje de humedad afecta las condiciones de los muros de ladrillo, disminuyendo la resistencia de estos. El costo de los cimientos es muy alto debido a las malas condiciones del terreno, la baja capacidad portante de la subrasante obliga a aumentar el área de las cimentaciones y a utilizar refuerzos de acero. También se gasta mucho dinero en el uso de ladrillos para cercos perimetrales, no solo por el gran número de unidades que se requiere sino por elección del tipo de ladrillo. A pesar de que los muros no son portantes se utilizan ladrillos para albañilería confinada. Para compensar el elevado costo de los cimientos reforzados para muros perimetrales, se redujo los costos de las unidades de ladrillo (patrón) planteando utilizar ladrillos de concreto con incorporación de plástico PET. Esta propuesta ofreció propiedades mecánicas similares a los ladrillos portantes, por si los propietarios de dichos muros deciden que estos formen parte de sus viviendas. Una vez incorporado el PET en la mezcla del ladrillo se determinó la influencia en el mejoramiento de las características mecánicas de las muestras.

Formulación del Problema: Muchas de las construcciones en Buena Vista – Lurín son muros perimetrales que con el tiempo se convierten en estructuras confinadas para uso de viviendas unifamiliares. El detalle está en que se puede ahorrar dinero reemplazando el ladrillo tradicional por uno no convencional. A pesar de ser un prototipo ecológico y no portante necesitó la resistencia de una unidad de

albañilería para fines estructurales. Entonces si el muro perimetral estaba proyectado a formar parte de una vivienda se planteó utilizar ladrillos de concreto con plástico PET que logren mejorar la resistencia a la compresión de unidades de ladrillo, la resistencia a la compresión de pilas de ladrillo y la resistencia a la compresión diagonal en muretes de ladrillo.

Es por ello, que en la actual investigación se ha planteado el siguiente *Problema General*: ¿De qué manera influye el plástico PET en porcentajes de 15%, 30% y 45% en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021? Similarmente se plantearon los *Problemas específicos*: ¿Cuánto influye el plástico PET en la resistencia a la compresión de unidades de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021?; ¿Cuánto influye el plástico PET en la resistencia a la compresión de pilas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021?; ¿Cuánto influye el plástico PET en la resistencia a la compresión diagonal en muretes de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021?

Justificación del Problema

Se justifica la investigación proponiendo nuevos tipos de materia prima para la fabricación de ladrillos. En este caso se plantea reutilizar el plástico como agregado fino, disminuyendo su excesiva acumulación en el medio ambiente. Con esta alternativa se pretende ocultar la presencia de todo agente contaminante: **La Justificación teórica**, el plástico PET que representa a la variable independiente también conocido como tereftalato de polietileno, es un poliéster que resiste la humedad y el ataque de cualquier sustancia química¹. Actualmente se incorpora a las mezclas de concreto para el mejoramiento de sus propiedades mecánicas². Respecto a las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto como variable dependiente, son imprescindibles para el diseño y análisis de muros de confinados y aporricados³. Para generar la economía circular se añadió a la mezcla del ladrillo un material reciclado que optimizó las resistencias⁴. **La Justificación metodológica**, este método comprobó que el plástico PET (variable independiente) mejora las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto no portantes (variable dependiente), estas unidades de albañilería representaron a los muros de Buena Vista - Lurín. Los instrumentos de medición ofrecieron confiabilidad y validez

para poder lograr los objetivos del proyecto. Con la aplicación de los ensayos como instrumento se logró saber si se cumplen las hipótesis, obteniendo la respuesta a la pregunta de investigación. **La Justificación técnica**, con la presentación de esta investigación se pretendió impulsar el uso de las propiedades del PET en la construcción de tabiquerías y muros portantes. El PET tuvo que cumplir con las especificaciones técnicas de la normativa peruana es por ello que sus características físicas-químicas fueron evaluadas. **La Justificación ambiental**, la reutilización del plástico PET reduce las grandes cantidades de residuos que contaminan el ambiente. Esta investigación pretendió causar un impacto ambiental positivo disminuyendo la cantidad de arena, la cual necesita para su elaboración la presencia de agentes contaminantes como el petróleo (maquinarias). Esta investigación buscó sacarle provecho al tiempo de vida de las propiedades del PET. En la siguiente investigación, se propone la *Hipótesis General*: La incorporación del plástico PET en porcentajes de 15%, 30% y 45% mejora las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín – 2021. Similarmente se plantearon las *Hipótesis Específicas*: La incorporación del plástico PET aumenta la resistencia a la compresión de unidades de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín – 2021; La incorporación del plástico PET incrementa la resistencia a la compresión de pilas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín – 2021; La incorporación del plástico PET amplifica la resistencia a la compresión diagonal en muretes de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín – 2021.

También se planteó el *Objetivo General*: Evaluar la influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín – 2021. En forma similar se plantearon los *Objetivos Específicos*: Determinar la influencia del plástico PET en la resistencia a la compresión de unidades de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buenas Vista, Lurín – 2021. Determinar la influencia del plástico PET en la resistencia a la compresión de pilas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín – 2021. Determinar la influencia del plástico PET en la resistencia a la compresión diagonal en muretes de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín – 2021.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel Internacional se tiene a: Angumba, P. (2016) tuvo como objetivo de investigación la creación de un ladrillo a base de PET que modifique las propiedades mecánicas del ladrillo patrón para la fabricación de muros que no soporten cargas. La metodología empleada es de tipo aplicada con un diseño cuasi experimental. La población del estudio está comprendida por todos los ladrillos necesarios que requieran los ensayos de resistencia en la ciudad Cuenca, donde se tomó como muestra la elaboración de un ladrillo prototipo con cemento-arena (1:2) y se sustrajo 5 dosificaciones para los ensayos; los instrumentos utilizados fueron los ensayos de resistencia a la compresión en unidades de ladrillos ($f'b$) y el análisis de ladrillos mortero/PET. Como resultados se obtuvo que para un 10%PET la resistencia $f'b$ disminuyó un 0.68% con respecto al ladrillo patrón 0%PET (de 240.59 kg/cm² a 238.96 kg/cm²), para un 25%PET la resistencia $f'b$ aumentó un 11.15% (de 240.59 kg/cm² a 267.41 kg/cm²), para un 40% el $f'b$ se incrementó un 8.34% (de 240.59 kg/cm² a 260.65 kg/cm²), para un 55%PET la resistencia $f'b$ se redujo un 92.55%% (de 240.59 kg/cm² a 17.92 kg/cm²), finalmente para un 65% el $f'b$ descendió un 96.23% (de 240.59 kg/cm² a 9.08 kg/cm²). Se concluyó que cuando se aumenta la cantidad del polímero baja la resistencia del ladrillo patrón, sin embargo, cuando se agrega un 25% de PET la resistencia aumenta considerablemente⁵.

Rojas, E. y Rueda, R. (2014), tuvo como objetivo evaluar las propiedades mecánicas de los ladrillos reutilizando plásticos. La investigación es de tipo aplicada y cuenta con un diseño cuasi experimental. La población del estudio está comprendida por todas las muestras con incorporación de PET que representan la mampostería en Bucaramanga, donde se tomó como muestra el ladrillo de concreto (arena gruesa y cemento) y como muestreo se utilizaron 3 muestras de ladrillo con porcentajes de 10%, 20% y 30% de PET para los ensayos; el instrumento de mayor importancia fue el ensayo de resistencia a la compresión por unidad de mampostería. Como resultado se obtuvo que al comparar las 3 muestras de 10%, 20% y 30% de PET con la mezcla patrón a los 7 días, la resistencia disminuyó en 19.20%, 28.59% y 29.56%, y al comparar con la mezcla patrón a los 28 días la resistencia disminuyó un 9.63%, 16.21% y 19.71%. Se concluyó que, a mayor cantidad de PET menos resistencia⁶.

Reyes, C. (2013), planteó como objetivo la elaboración de 2 dosificaciones con cemento, arena y PET para conocer las propiedades térmicas y sus porcentajes de absorción de humedad. La metodología empleada es de tipo aplicada con un diseño cuasi experimental. La población del estudio fueron todas las dosificaciones que necesiten los ensayos y que representen al techo de una edificación ubicado en Andrés Molina Enriquez #412 entre la calle Balderas y autopista México Pachuca, San Pedro Xalostoc. Estado de México, donde se tomó como muestra el PET, la arena y cemento, como muestreo para los ensayos se elaboraron dos modelos a base de botellas de plástico con un mortero de dosificación 1:5; los instrumentos empleados fueron los programas Data loggers que hacen lectura de la temperatura, humedad y punto de rocío. El resultado principal indicó que la lectura de temperatura se encuentra entre los 21.1°C y los 25°C, además los límites de humedad están entre 30% y 70%. Se concluyó que el petate y el aserrín le proporcionan un confort térmico a la mezcla de mortero y PET disminuyendo el costo de los muros de las viviendas⁷.

A nivel Nacional se tiene a: Echeverría, E. (2017), dirigió sus objetivos al cálculo de las propiedades físico mecánicas de ladrillos elaborados con concreto y PET aplicando la NE070. La metodología empleada es de tipo aplicada y tiene un diseño cuasi experimental. La población fueron todas las muestras con porcentajes de PET comprendidas en la ciudad de Cajamarca, donde se tomó como muestra las unidades de ladrillo de concreto y se preparó 4 mezclas para los ensayos; los instrumentos utilizados fueron los ensayos de resistencia a la compresión en unidades de ladrillo, resistencia a compresión axial características en pilas y resistencia a corte característica en muretes. Los resultados obtenidos después de incorporar hojuelas de PET en porcentajes crecientes de 0% (patrón), 3%, 6% y 9% fueron resistencias a la compresión en unidades de ladrillo ($f'b$) de 162 kg/cm², 127 kg/cm², 119 kg/cm² y 110 kg/cm², resistencias a la compresión axial características en pilas ($f'm$) de 118.55 kg/cm², 127.83 kg/cm², 121.79 kg/cm² y 96.75 kg/cm² y resistencias a corte características en muretes ($V'm$) de 16.47 kg/cm², 12.83 kg/cm², 13.17 kg/cm² y 9.96 kg/cm². Se concluyó que luego de agregar el PET, las propiedades mecánicas no mejoraron debido a que las resistencias ($f'b$, $f'm$ y $V'm$) disminuyeron en la mayoría de resultados, sin

embargo, las 3 mezclas satisfacen los requerimientos de la norma peruana de albañilería⁸.

Quevedo, E. (2017), tuvo como objetivo analizar la influencia de los ladrillos de plástico PET en las propiedades mecánicas y en los costos de edificaciones con material no convencional en el distrito de nuevo Chimbote, Ancash. La metodología empleada es aplicada y está basada en cuasi experimentos. La población del estudio está comprendida por todos los ladrillos que soliciten los ensayos de resistencia a la compresión y al corte, estos representan los muros de albañilería confinada del distrito de Nuevo Chimbote, donde se tomó como muestra las unidades de ladrillo ecológico y se seleccionaron 220 unidades de albañilería tipo PET para los ensayos; los instrumentos utilizados fueron los ensayos de compresión diagonal de muretes, resistencia a la compresión para unidades de ladrillo, resistencia a la compresión para pilas de ladrillo, entre otros. Los resultados indicaron que la resistencia a la compresión promedio (f'_{b}) fue de 15.74 kg/cm², no cumplen con los requerimientos de la NE-070. Se concluyó que el costo de un ladrillo tipo PET es 30.42% menor que el de uno tradicional⁹.

Chino, L. (2020), tuvo como objetivo fabricar ladrillos con PET y aserrín de las industrias madereras de Ucayali, Perú. La metodología está clasificada como aplicada y tiene un diseño cuasi experimental. La población del estudio está comprendida por todos los ladrillos ecológicos elaborados en el distrito de Manantay, donde se tomó como muestra el ladrillo ecológico PET-aserrín (el PET picado en punto de fusión fue mezclado con el aserrín) y como muestreo se utilizaron 40 unidades experimentales para los ensayos; los instrumentos empleados fueron el ensayo de resistencia a la compresión, ensayo de muestreo, variación dimensional, alabeo y absorción de agua. Los resultados para 4 pruebas con dosificaciones de PET-Aserrín de 100%-0%, de 98%-2%, de 96%-4%, de 94%-6%, dieron resistencias a la compresión de 7.65, 9.725, 15.80 y 20.75 kg/cm². Se concluyó que la prueba con dosificación de 94%-6%, ofreció mayor resistencia, sin embargo, no es un ladrillo para muros portantes¹⁰.

En otros Idiomas tenemos a: Kusimwiragi, K. (2011), tuvo como objetivo determinar la densidad y la resistencia de la albañilería de botellas PET. La metodología es de tipo aplicada y diseño cuasi experimental. La población del estudio está comprendida por todas las botellas de plástico que representan los muros en Nkozi,

donde se tomó como muestra 11 unidades de botellas con afirmado y un muro de botellas con afirmado para los ensayos; los instrumentos utilizados fueron el método de prueba de prisma (model CONTROL 53-C0900) y un ensayo con 2 gatas hidráulicas (RC 106 n° D5001 C and n° D 3702 C). Los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de la pared de botellas variaron entre 4.89 kg/cm² y 85.66 kg/cm². Se concluyó que las unidades de PET se pueden usar como mampostería¹¹.

Bhushaiah, R. (2019), tuvo como objetivo determinar la resistencia a la compresión de distintas dosificaciones de plástico. La investigación es de tipo aplicada y cuenta con un diseño cuasi experimental. La población del estudio está comprendida por todas las unidades de albañilería que soliciten los ensayos de propiedades mecánicas y físicas en Andhra Pradesh, donde se tomó como muestra 6 ladrillos con distintos porcentajes de PET (se mezcló cemento y arena con el plástico derretido para fabricar ladrillos) para los ensayos; los instrumentos utilizados fueron ensayo de resistencia a la compresión, ensayo de absorción de agua, prueba de eflorescencia, entre otros. Para porcentajes del 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de PET se obtuvo como resultado resistencias a la compresión de 183.55 kg/cm², 190.18 kg/cm², 195.79 kg/cm², 197.83 kg/cm², 201.90 kg/cm² y 193.75 kg/cm². Se concluyó que la resistencia a la compresión más óptima es la que ofrece el ladrillo con 20%PET por incrementar la resistencia de la muestra patrón en 9.09%¹².

Kirubakaran, K. (2016), tuvo como objetivo comparar la resistencia a la compresión de ladrillos de distintas proporciones de arena y plástico. La metodología empleada es aplicada con un diseño cuasi experimental. La población del proyecto está representada por todos los especímenes de distintas dosificaciones de cemento – arena con diferentes porcentajes de plástico en Coimbatore, donde se tomó como muestra 5 ladrillos con diferentes proporciones de arena, óxido férrico y plástico (se mezclan cuando el PET se encuentra en estado líquido) para los ensayos; los instrumentos utilizados fueron el ensayo de resistencia a la compresión de unidades de ladrillos, prueba de absorción de agua, prueba de eflorescencia, prueba de resistencia al fuego y la prueba de dureza. Para proporciones 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 y 1:6 de plástico: se obtuvo como resultado resistencias a la compresión de 47.42 kg/cm², 48.74 kg/cm², 52.21 kg/cm², 50.17 kg/cm² y 32.33 kg/cm². Se concluyó

que el espécimen que contiene un 20% de PET (1:5) tiene una resistencia de 52.21 kg/cm², este cumple con los requerimientos de muros portantes ¹³.

A nivel de Artículos se tiene a: Di Marco, R. y León, H. (2017), tuvo como objetivo analizar las propiedades físicas mecánicas de la ladrillo tolete incorporandole PET. La metodología es de tipo aplicada y tiene un diseño cuasi experimental. La población del estudio está comprendida por todas las unidades de ladrillos que requieran los ensayos en los núcleos rurales del municipio de Socorro, donde se tomó como muestra el ladrillo macizo tipo tolete y como muestreo se utilizaron 6 unidades de ladrillo con porcentajes de 0%, 20%, 25%, 30%, 35% y 40% de PET para los ensayos; los instrumentos empleados fueron el ensayo de absorción de agua y el ensayo de resistencia a la flexo tracción (módulo de rotura Mr). Los resultados obtenidos al adicionar un 25% de PET indicaron un 8.1% de absorción mientras que la muestra patrón tenía un 8.6%, para la resistencia a la flexo tracción a los 28 días, la muestra que se aproximó a los 53.94 kg/cm² (0%PET) fue el ladrillo con 20% de PET (43.85 kg/cm²). Se concluyó que la dosificación de 25% de PET mejora las propiedades físico mecánicas del ladrillo disminuyendo la cantidad de arena¹⁴.

Piñeros, M. y Herrera, R. (2018), tuvo como objetivo evaluar los costos y las propiedades físico mecánicas de la mampostería no portante de la vivienda luego de implementar el PET. La metodología es de tipo aplicada y tiene un diseño cuasi experimental. La población del estudio está comprendida por todas las unidades de albañilería a la cuales se les realizarán los cuasi experimentos en la ciudad de Bogotá, donde se tomó como muestra la unidad de ladrillo de concreto y como muestreo se utilizaron 12 unidades de ladrillo con porcentajes de 0%, 10%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 50%, 60%, 70% y 80% de PET para los ensayos; el instrumento más representativo de la investigación fue el ensayo de la resistencia específica requerida. Luego de agregar un 10%, 20% y 25% de PET a las muestras, los resultados indicaron que son las únicas muestras que cumplen con los requerimientos de la norma. Se concluyó que el ladrillo de concreto con un 25% de PET, es la muestra que ofrece la resistencia estándar requerida, además tiene un peso mucho menor que el ladrillo convencional¹⁵.

Pin, J. (2019), tuvo como objetivo crear un bloque a base de PET que tenga las características requeridas para la construcción de una vivienda. La metodología es

de tipo aplicada y tiene un diseño cuasi experimental. La población del estudio está comprendida por todos los ladrillos que se necesiten en los ensayos, estos representan los muros de la vivienda ubicada en la lotización Leonor Elizalde de Gilbert, provincia de Guayas, donde se tomó como muestra las unidades del bloque con un 100% de PET (el plástico es fundido y vaciado en un molde) y como muestreo se utilizaron 6 prototipos para realizar el ensayo de resistencia a la compresión a los 7 y 28 días; los instrumentos empleados fueron el ensayo de resistencia a la compresión según la norma INEN 639 y el ensayo de temperatura. Como resultado se obtuvo una resistencia promedio a los 7 días del bloque PET de 174 kg/cm² y una resistencia promedio a los 28 días del bloque tradicional de 35 kg/cm². Se concluyó que los bloques elaborados con PET poseen mayor resistencia que los bloques comerciales, sin embargo, su costo es 2% menor que los bloques de plástico¹⁶.

Como bases teóricas relacionada a las variables y las dimensiones tenemos lo siguiente: **Ladrillo**. Es un material de construcción de forma ortoédrica que es fabricado a base de arcilla, concreto simple u otros materiales. El tamaño del ladrillo está dirigido a la cómoda manipulación del constructor. Es la mezcla de materiales que ofrecen resistencia y dureza luego de moldearse con agua¹⁷. El ladrillo se utiliza en muros portantes (albañilería confinada) y no portantes para (albañilería aporticada). **Mortero**. Es una mezcla de arena gruesa o fina, cemento Portland y agua, la dosificación depende de las especificaciones técnicas y no necesita ningún tipo de refuerzo. También está definido como un material que posee propiedades físicas y mecánicas parecidas a las del concreto, la activación de estas propiedades depende de la cantidad del agua y la relación arena – cemento. El uso del mortero está presente en el asentamiento de ladrillos y los tarrajeos de muros¹⁸. En realidad, el concreto que se utilizó en esta investigación es de tipo mortero porque no se usó piedra chancada. **Plástico PET**. Fue creado en 1941 por Whinfield y Dicknson, destinado a contener líquidos. Está compuesto de hidrocarburos, gas y aire. La proporción estimada de este polímero se basa en un 66% de hidrocarburos, 22 % de compuestos de gas natural y 12 % de aire, esta dosificación le da ciertas propiedades físico mecánicas como la resistencia a la compresión y un peso ligero¹⁹. Para este proyecto, el PET reciclado tuvo que estar granulado para ser incorporado a la mezcla de ladrillo. El plástico fraccionado se añade a las muestras

en distintos porcentajes para conocer cuál es el espécimen que cumple con los requerimientos del reglamento de edificaciones. **Propiedades del plástico PET.** Es un compuesto reutilizable que para deteriorarse tendrían que pasar cientos de años. Tiene una resistencia a la compresión entre 250 y 475 kg/cm². Posee un esfuerzo de fluencia de 905 kg/cm². Su resistencia a la flexión es de 1455 kg/cm². En estado líquido se puede mezclar con otros compuestos destinados ser aislantes. Su superficie altamente lisa permite que cualquier elemento de deslice. Puede soportar de 85 a 125 grados de temperatura. Es un material muy ligero que posee un peso específico de 1.40 gr/cm²²⁰. **Balanza calibrada.** El pesaje forma parte de los elementos de medición más antiguos y de mayor precisión que han existido, se utiliza en el rubro industrial y el comercio. Este equipo está definido como una herramienta que demuestra su trazabilidad metrológica a las unidades del S.I., específicamente al kilogramo, a través de un certificado de calibración acreditado²¹. **Ventajas de reutilizar plástico PET.** Debido a que este material no es biodegradable su eliminación siempre ha sido un problema medioambiental, este es el principal motivo de eliminar desechos sólidos. La industria de la construcción debe reutilizar estos desperdicios en las estructuras, siempre y cuando se cumpla los requisitos establecidos por las normas. El plástico a diferencia de otros materiales que ofrecen rigidez, tiene la capacidad de propagar ductilidad. La reutilización de plásticos es la respuesta al problema que produce la eliminación de residuos²².

Propiedades mecánicas: Resistencia a la compresión en pilas. Es la propiedad que tiene un conjunto de ladrillos puestos uno encima de otro (con su respectiva junta de mortero) de soportar las fuerzas que tratan de comprimir su estado inicial. Para la NTP399.605 la resistencia a compresión en Pilas ($f'm$) representa al comportamiento de los muros portantes ante determinadas cargas provenientes de las losas y las vigas. **Resistencia al corte en muretes.** También conocida como tracción diagonal o compresión diagonal de murete ($V'm$) para la NTP399.621. "El valor de $V'm$ no debe ser mayor que $0.319\sqrt{f'm} Mpa \left(\sqrt{f'm} \frac{kg^2}{cm} \right)$ " [23]. Los muros ubicados en zonas sísmicas están expuestos a graves daños por la disminución de la capacidad cortante en el plano de las cimentaciones, por la ausencia de conexiones transversales y por superficies irregulares²⁴.

Resistencia a la compresión en unidades de ladrillo. Se obtiene al aplicar una carga vertical sobre la cara del ladrillo que se conecta con el mortero. Antes de aplicar esa fuerza de aplastamiento se debe enraizar las superficies del ladrillo para que la distribución de la carga se uniformice²⁵. El ensayo de laboratorio debe cumplir con los requisitos de la NTP 399.613. La diferencia entre la media de las pruebas y la desviación estándar es el esfuerzo máximo por cada ladrillo de la albañilería.

Ensayos de resistencia a la compresión y al corte. Al realizar los ensayos destructivos se extraen datos dirigidos a los máximos esfuerzos de los ladrillos, este indicador permite conocer el grado del ladrillo y lo ubica en la clasificación propuesta por la norma ASTM C62. Estos instrumentos contribuyen con el control de calidad en la fabricación de unidades de albañilería²⁶.

Tabla 1: Resistencias a la compresión de unidades, pilas y muretes

RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBANILERIA Mpa (kg / cm²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f'_b	PILAS f'_m	MURETES v'_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Fuente: Norma Técnica E.070

Propiedades físicas: Análisis granulométrico. Con este ensayo podemos conocer el tamaño de las partículas que se encuentran en una muestra. Para ello se utiliza un conjunto de tamices ordenados de manera decreciente, cada tamiz tiene una fracción distinta que permite clasificar al suelo según su tamaño²⁷.

Porcentaje de absorción del agregado. El árido fino aumenta su masa por la penetración del agua a través de sus poros. Para el diseño de mezclas este porcentaje es multiplicado por el peso del agregado, el resultado es adicionado a la cantidad de agua calculada con la dosificación agua: cemento²⁸. **Peso unitario del agregado fino.** Es el volumen que ocupa cierta masa de un agregado, se puede determinar en materiales sueltos o compactados. Sus dimensiones se encuentran en gr/cm³, ton/m³ o kg/m³. Este factor es importante para el diseño de mezclas²⁹.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada porque está dirigida a la solución de problemas en el rubro de la construcción. Mediante la formulación de problemas e hipótesis la investigación aplicada permite llegar a los objetivos. La llaman también investigación tecnológica porque utiliza como herramientas los ensayos de laboratorio y programas computacionales. Este estudio permite mejorar o agregar un nuevo conocimiento a las normas ya establecidas para cada actividad humana. La investigación aplicada no pretende saber si la hipótesis es falsa o verdadera, sino que tan eficaz o ineficaz es el producto de la combinación de variables³⁰. Este proyecto es una investigación aplicada porque tiene antecedentes, es decir ya se han realizado otras investigaciones relacionadas al mejoramiento de las propiedades mecánicas de los ladrillos con la incorporación de materiales como la cal, cenizas, vidrio, aditivos, entre otros. Esto indica que no es el primer proyecto que trata sobre ladrillos ecológicos, sin embargo, el lugar y el producto (plástico PET) como factores de investigación son diferentes al resto.

Diseño de investigación

Los diseños cuasi experimentales se usan para analizar el efecto que causa una variable independiente en una dependiente. En este caso las muestras (ladrillos, pilas y muretes con porcentajes de PET) no se distribuyeron al azar en los grupos que fueron sometidos a ensayos, los grupos ya se encontraron establecidos, (cada grupo tiene una unidad de ladrillo con distinto peso de plástico) antes de los experimentos. En conclusión, el motivo de cómo se formó o integró estos grupos no estuvo relacionado con los experimentos (ensayos de resistencia)³¹.

El diseño de investigación de este proyecto está calificado como cuasi experimental, debido a que se reemplazó, basándose en los antecedentes, el peso del plástico PET (15%, 30% y 45%) por el peso de la arena gruesa, la cual forma parte de la dosificación del ladrillo de concreto, con la finalidad de evaluar su influencia en las propiedades mecánicas del ladrillo de concreto; además, se subclasifica como cuasi-experimental, puesto a que el tipo de material para el presente estudio ha sido pre definido (plástico PET-ladrillo de concreto) por el investigador, contando con tres ensayos que corresponden a la muestra patrón y tres ensayos

que corresponden a las muestras con incorporación de PET en (15%, 30% y 45%) del peso del espécimen; dosificaciones elegidas tentativamente en base a diferentes estudios previos de diversos autores (tesis: Angumba 10% - 40% y Echeverría 3% - 9%) realizados con estabilizadores en ladrillos de concreto.

Nivel de investigación

Los niveles descriptivos y explicativos detallan el desarrollo de los fenómenos y eventos, explican la naturaleza de los fenómenos mostrando con precisión sus distintas dimensiones, detallan porque existe relación entre las variables, respondiendo las interrogantes de la causa de los acontecimientos físicos sociales³². La investigación es de nivel descriptivo - explicativo porque se aplica a una realidad conocida, en esta se describen los problemas luego de realizar un análisis de datos y estudia la causa – efecto de las variables.

Enfoque de investigación

Es cuantitativo por se busca una solución en base a los ensayos, los cuales permiten cuantificar valores destinados a formar parte de los aportes del investigador. Respecto a esta investigación, este enfoque está orientado a una realidad física social porque a través de la medición, permite conocer la influencia de un material (no convencional) en una serie de problemas específicos dirigidos a una normatividad.

3.2. Variable y operacionalización

Variable independiente: Plástico PET

Definición conceptual

Está caracterizado por tener una alta resistencia al desgaste, así como también un alto grado de pureza y tenacidad. Posee resistencia a los sulfatos y a la humedad, además de presentar propiedades de transparencia. Se clasifica por su peso molecular y su cristalinidad. Este producto no puede estirarse, su composición lo protege de los gases atmosféricos y de cualquier tipo de ácido. El PET resiste altas temperaturas, cuando es fundido es sencillo plancharlo debido a su elevada textura líquida. Este polímero resiste el ataque de los hogos, polillas y bacterias ³³.

Definición operacional

Para mejorar las propiedades mecánicas del ladrillo de concreto, el plástico PET reemplazó en porcentajes de 15%, 30% y 45% al peso de la arena gruesa. El polímero ingresó a las dosificaciones con diámetros de 2mm a 4mm parecidos al

tamaño de la arena gruesa, se pretende producir una mezcla bien graduada para disminuir los vacíos. Las cantidades de plástico PET (N, N+15%, N+30% y N+45%) respecto al peso de la arena gruesa como reemplazo en la muestra, se utilizó para los 04 diseños de mezclas para ladrillos de concreto, con el objetivo de mejorar la resistencia a la compresión en unidades de ladrillo, mejorar la resistencia a la compresión en pilas de albañilería y aumentar la resistencia a la compresión diagonal en muretes. Para el ensayo de resistencia característica a compresión axial de las unidades de albañilería se utilizó 20 unidades de ladrillo de concreto, para el ensayo de resistencia característica a compresión axial de la albañilería se contó con 60 unidades de ladrillo de concreto y para la resistencia característica de la albañilería al corte obtenido de ensayos de muretes a compresión diagonal se necesitó 180 unidades de ladrillo de concreto.

Variable dependiente: Propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes

Definición conceptual

Expresan el comportamiento ante la aplicación de cargas externas. La resistencia a la compresión es la propiedad más importante de las unidades de ladrillos. Con los ensayos de esfuerzo a compresión se puede analizar otras propiedades de manera cualitativa. La resistencia a la compresión de un muro portante depende de la dosificación del mortero, de la técnica del operario, la resistencia a compresión de cada unidad de ladrillo y el diseño geométrico de los ladrillos. Las fallas que permiten conocer las características mecánicas de los ladrillos son el aplastamiento y el corte, para este último se realiza el ensayo de compresión diagonal a un respectivo conjunto de ladrillos³⁴.

Definición operacional:

Las mezclas con dosificaciones 1:2 (cemento:arena) se combinan con el plástico PET granulado (N, N+15%, N+30% y N+45%), para mejorar las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto. Mediante los ensayos de laboratorio se mide la calidad de las muestras con el fin de evaluar el aumento de la resistencia a la compresión de unidades de ladrillos, el incremento de la resistencia a compresión de pilas de ladrillos y la amplificación de la resistencia a la compresión diagonal en muretes. Finalmente, los resultados obtenidos se procesan en formatos y fichas técnicas según la normatividad de las NTP 399.613, NTP 399.605 y NTP 399.621.

Indicadores

Permiten cuantificar las variables de la investigación. Para el diseño de mezclas el indicador utilizado fue el porcentaje y para los resultados fue la unidad kg/cm².

Escala de medición

Si el porcentaje reemplazante (indicador) de plástico PET toma el valor de cero, este valor indica la ausencia de la variable independiente, es por ello que la escala de razón es parte de esta investigación.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Es la agrupación de objetos o individuos a los cuales se les realiza un estudio experimental para solucionar un problema. Dentro de los factores que conforman la población se encuentran las muestras que serán evaluadas con los ensayos de laboratorio³⁵. La población es la generalización de las muestras, a diferencia de estas no es cuantificable. La población está comprendida por todos los ladrillos de concreto con ahuellamiento de dimensiones de 9cmx13cmx23cm que resulten de los ensayos de resistencia a la compresión en unidades de ladrillo, resistencia a la compresión en pilas de ladrillo y resistencia a la compresión diagonal en muretes, y que representan a los muros perimetrales no portantes de Buena Vista – Lurín.

Muestra

La muestra es una fracción que representa a la población. Para elegir las muestras se debe definir las particularidades del universo, para el caso de los ladrillos, la delimitación de características son las resistencias a la compresión y al corte, es decir todos los ladrillos de concreto que resulten de los ensayos tienen propiedades mecánicas. Es recomendable seleccionar la muestra por métodos aleatorios³⁶.



Figura 1: Fotografía de muestras de ladrillos de concreto

Fuente: Elaboración propia

La toma de la muestra en Buena Vista – Lurín en donde se encuentran las cantidades de plástico PET, para realizar los ensayos de determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería (pilas), compresión en unidades de albañilería y compresión diagonal en muretes de albañilería, se basó en los requerimientos de la NE. 070 para los 3 ensayos:

Tabla 2: Cantidad de ladrillos por porcentaje de plástico PET

Porcentaje de plástico PET	Cantidad de ladrillos para el ensayo de resistencia a la compresión en unidades de ladrillo (f´b)	Cantidad de ladrillos para el ensayo de resistencia a la compresión en pilas de ladrillo (f´m)	Cantidad de ladrillos para el ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de ladrillos (V´m)
N	5	15	45
15%	5	15	45
30%	5	15	45
45%	5	15	45
Sub total	20	60	180
Total	260		

Fuente: Elaboración propia

Muestreo

Cuando el investigador selecciona la muestra por criterio y sin ningún fundamento probabilístico es una técnica de muestreo no probabilístico. Para la selección del sujeto de estudio se toma en cuenta ciertas características (propiedades mecánicas) que representen a la población sin embargo existe una probabilidad de que las muestras no sean confiables o válidas, es decir el sujeto puede que no represente a la población³⁷. En esta investigación el muestreo es no probabilístico porque no se utilizó ninguna fórmula estadística que nos permita seleccionar la muestra. En base a los antecedentes (intervalo de porcentajes de PET) y las normas técnicas peruanas (rango de resistencias) se realizó la toma de muestras.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Es un procedimiento tecnológico que permite medir las variables propuestas en la investigación de una forma sistemática establecida. El uso de estas técnicas permite darles una respuesta a los problemas formulados, comprobar las hipótesis y analizar los resultados. La recopilación de información debe contar con la honestidad y precisión del investigador dirigidas a obtener evidencias y análisis de datos que logren dar solución a las interrogantes planteadas. Por más que el diseño de investigación este bien sustentado, si no se recolecta los datos requeridos, no se cumple con la intención del proyecto. De este modo la técnica inicia con determinar los tipos de datos que necesita la investigación, luego se selecciona la muestra de una población y finalmente se usa el instrumento para la recolección de datos³⁸. Durante la preparación de las muestras y la aplicación de los ensayos de resistencia se utilizó la observación para la recolección de datos con la finalidad de probar las hipótesis establecidas. Al obtener esta información se esperó encontrar valores similares a los resultados de la muestra patrón. Las pruebas de resistencia de los especímenes están apoyadas en investigaciones anteriores que permiten la cuasi experimentación. Todos los apuntes están relacionados a las especificaciones de la N.T.P. 399.621, N.T.P. 399.605, N.T.P. 399.621 y N.T.E.070 Albañilería.

Instrumentos de recolección de datos

Todas las facetas del procedimiento de recolección de información deben ser revisados minuciosamente para garantizar confiabilidad y validez, esto asegura una adecuada operatividad de los sistemas o equipos previamente establecidos para la recolección de datos³⁹. De tal modo, para este proyecto se realizó los ensayos para obtener las respuestas a las preguntas de investigación. Para este procedimiento se considera lo siguiente:

- Ensayos de resistencias (pruebas destructivas)
- Fichas de resultado de laboratorio
- Observación

Tabla 3: *Ensayos de laboratorio*

	Ensayo	Instrumento
Ensayos de propiedades mecánicas de ladrillos de concreto con porcentajes de plástico PET	Ensayo de compresión en unidades de albañilería NTP 399.613	Ficha de resultado de laboratorio de la resistencia a la compresión de unidades de ladrillos
	Ensayo de compresión en pilas de albañilería NTP 399.605	Ficha de resultado de laboratorio de la resistencia a la compresión de pilas de ladrillos
	Ensayo de compresión diagonal en muretes NTP 399.621	Ficha de resultado de laboratorio de la resistencia a la compresión diagonal de muretes de ladrillos

Fuente: Elaboración propia

Confiabilidad

Es el grado en que los resultados de las mediciones se repiten cuando diferentes personas realizan la medición en distintas ocasiones y en otros contextos. La confiabilidad da origen a las características psicométricas de las escalas de medición que son muy importantes para estimar los procedimientos de adecuación y precisión de una investigación científica⁴⁰. Todos los equipos de laboratorio que fueron utilizados en este proyecto contaron con certificados de calibración actualizados, pues de esta forma, los resultados brindaron confiabilidad. Si las muestras se elaboraron con las mismas dosificaciones y la cuidadosa técnica del operario es muy difícil que los resultados de los especímenes (ladrillos con los mismos porcentajes de PET) presenten variaciones, para ello los instrumentos deben operar con el mínimo margen de error. Los objetivos de la investigación dependen de la precisión de los ensayos.

Validez

Explica con qué exactitud los datos recolectados cubren el área real de investigación. Básicamente, un instrumento es válido si mide lo que se pretende

medir. La validez está orientada a la manera adecuada que tiene un instrumento de cuantificar los valores significativos para el proyecto. Entonces la validez se enfoca en los instrumentos y su capacidad para medir las respuestas para los cuales fueron diseñados⁴¹. Respecto a las fichas de laboratorio, es válido su uso, porque mide los resultados mediante las unidades de resistencia, el análisis de estos datos depende de la validez de los factores utilizados en estas tablas de ensayos. El diseño de cada tabla de evaluación (instrumento de recolección de datos) tiene que medir lo esperado, y no otros valores. Entonces los ensayos de resistencia son válidos cuando cuantifican las variables tal y como lo esperan el investigador y el técnico del laboratorio.

3.5. Procedimientos

La primera tarea de esta investigación fue realizar el acopio de todo el plástico PET (residuos de una fábrica de juguetes) luego de haber realizado el metrado correspondiente para 260 ladrillos. Luego de tener el plástico necesario, se limpió de toda impureza que pueda afectar las propiedades de la mezcla. Cuando el PET estuvo limpio fue granulado en partículas de aproximadamente de 2mm a 4mm convirtiéndose en un reemplazante de la arena gruesa. Para la selección del agregado fino se tuvo que realizar los ensayos de análisis granulométrico por tamizado, gravedad específica, absorción del agregado y peso unitario del agregado, con el fin de obtener resultados que indiquen el cumplimiento de los requerimientos de las normas (ASTM, NTP y MTC). Una vez obtenido el agregado óptimo se realizó los 04 diseños de mezclas (patrón, 15%, 30% y 45%). Al fabricar los 260 ladrillos con distintas cantidades de plástico, arena gruesa y cemento se midió sus dimensiones para las fichas de resultado de laboratorio. Después de conocer las medidas de las unidades se distribuyeron para cada tipo de ensayo. Pasado los 28 días de curado se fabricaron las pilas y los muretes (se midió sus dimensiones para los certificados), como también se realizó el ensayo de resistencia a la compresión de las unidades (f'_b). Luego de curar por 14 días el mortero de las pilas y muretes se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión de pilas (f'_m) y resistencia a la compresión diagonal en muretes (V'_m). Todos los procedimientos encontrados en las fichas de laboratorio (longitudes, cargas y cálculos) se rigen a las N.T.P. 399.605, N.T.P. 399.613 y N.T.P. 399.621.

3.6. Métodos de análisis de datos

Para la evaluación de datos se utilizó el método de la observación directa porque el investigador tuvo contacto con los hechos que se investigaron. También se recurrió a la observación estructurada o sistemática porque se contó con el uso de gráficos y tablas para hacer los análisis y comparaciones de resistencias a la compresión y al corte. Otro método utilizado fue la observación de laboratorio para poder conocer la influencia de la variable independiente mediante los ensayos ya preestablecidos⁴². Para la elección de datos, se aplicó el método de la observación directa a la elaboración de las muestras de ladrillo de concreto con 0%, 15%, 30% y 45% de plástico PET y a los resultados obtenidos en el laboratorio. Al comparar los valores de las resistencias del ladrillo patrón (0% de PET) con las resistencias de las unidades con la presencia de polímeros (15%, 30% y 45% de PET) se logró conocer si la influencia de plástico PET mejora las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto.

3.7. Aspectos éticos

El investigador tiene una conducta ética cuando permite conocer el nombre del autor que le ha proporcionado información para sustentar la investigación. Es de carácter ético dominar los formatos de citación y redacción de notas. El encargado del proyecto es consciente de que las teorías que presenta no son originales en su totalidad, muchos de los párrafos pertenecen a otros artículos, libros o tesis. Para realizar una investigación se tiene que tener conocimiento de las leyes de propiedad intelectual para así evitar las consecuencias de una posible negligencia durante la redacción del trabajo⁴³. El presente proyecto de investigación se realizó aplicando los principios éticos y los conocimientos compartidos por el asesor apoyados por la guía de elaboración de proyectos de investigación y tesis para obtener títulos profesionales y grados académicos basada en la resolución de vicerrectorado de investigación N°011-2020-VI-UCV. De este modo el investigador se comprometió a citar todo argumento perteneciente a otros autores. El respeto por los aportes de otros investigadores se vio reflejado al indicar sus nombres y sus libros. Al final de la redacción de esta tesis se verificó la honestidad del estudiante utilizando la herramienta Web Turnitin en la literatura de la investigación. Para la elaboración de muestras se cumplió con las dosificaciones propuestas, respetando los porcentajes exactos de PET y el peso de los demás materiales.

IV. RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021

Ubicación:

Departamento : Lima

Provincia : Lima

Distrito : Lurín

Ubicación : Huarochirí s/n parcel 4114 zona C CP Buena Vista



Figura 2: Ubicación de Lima
Fuente: City tours Lima Perú



Figura 3: Departamento de Lima
Fuente: Pinterest

Localización:

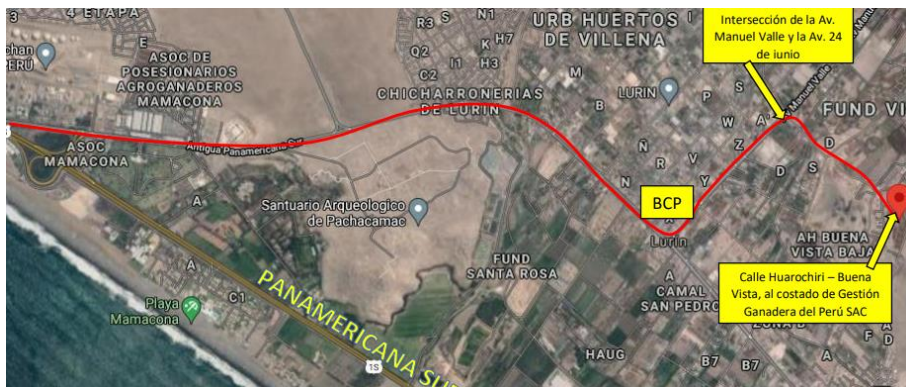


Figura 4: Croquis de la zona del proyecto en Lurín
Fuente: Google Maps.

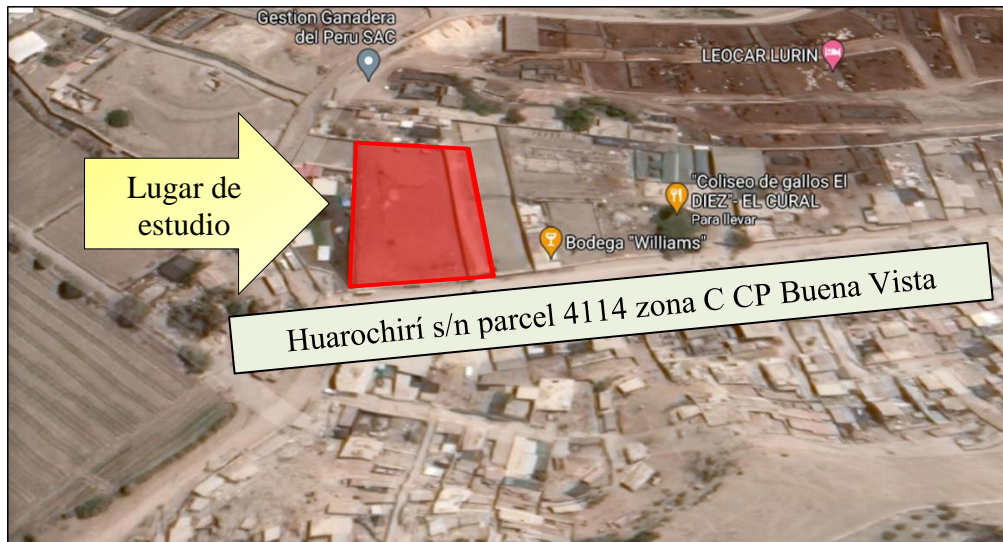


Figura 5: Croquis de ubicación de la zona de estudio

Fuente: Google Maps

Los ensayos del agregado fino que se utilizó para la fabricación de los ladrillos se realizaron en el laboratorio GMIGINGENIEROS ubicado en la Mz. E Lt. 13 As. Papa Juan Pablo II - SMP - Lima – Perú (a seis cuadras de la Av. Canta Callao).

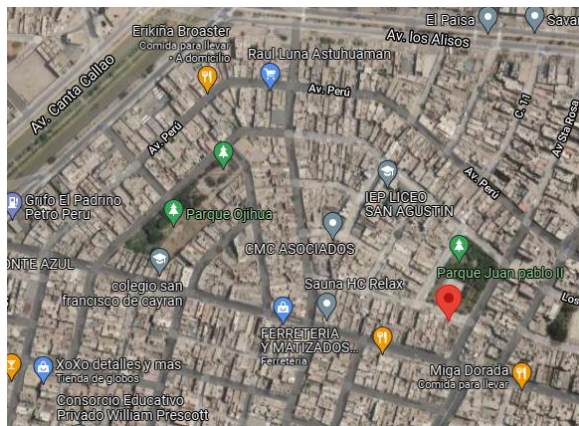


Figura 6: Fotografía Localización del laboratorio

Fuente: Google Maps



Figura 7: Fotografía del Tamizado de arena gruesa

Fuente: Elaboración propia

Trabajo de Laboratorio

Para determinar el tamaño de las partículas del agregado se aplicó el ensayo de análisis granulométrico por tamizado (ASTM C-136, NTP 400.012). Se separó entre 3 y 4 kg de agregado fino para secarlo a una temperatura de 110° C por un día (24 horas). La muestra fue colocada en el primer nivel de tamices, ordenados de manera decreciente, para ser tamizada por el método manual. El tamaño máximo nominal proviene de la malla que retiene entre un 5 y 15% de la muestra.

Tabla 4: Cuadro de porcentajes retenidos y pasantes de la muestra

PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Tamiz		Acumulado		% Retenido en cada tamiz
	Nº	Abertura (mm)	% que pasa	% retenido	
	3 "	76.200	100.0	0.0	
2 1/2"	63.500	100.0	0.0	0.0	
2 "	50.800	100.0	0.0	0.0	
1 1/2 "	38.100	100.0	0.0	0.0	
1 "	25.400	100.0	0.0	0.0	
3/4"	19.100	100.0	0.0	0.0	
1/2 "	12.700	100.0	0.0	0.0	
3/8"	9.520	100.0	0.0	0.0	
Nº 4	4.760	98.2	1.9	1.9	
Nº 8	2.380	86.0	14.0	12.2	
Nº 16	1.190	62.4	37.6	23.6	
Nº 30	0.590	36.0	64.0	26.4	
Nº 50	0.207	17.1	82.9	19.0	
Nº 100	0.149	6.1	93.9	11.0	
Nº 200	0.074	1.5	98.5	4.6	

Fuente: Elaboración propia

Los valores del cuadro anterior están representados en el siguiente gráfico de porcentajes acumulados que pasan vs los diámetros de las partículas en mm.

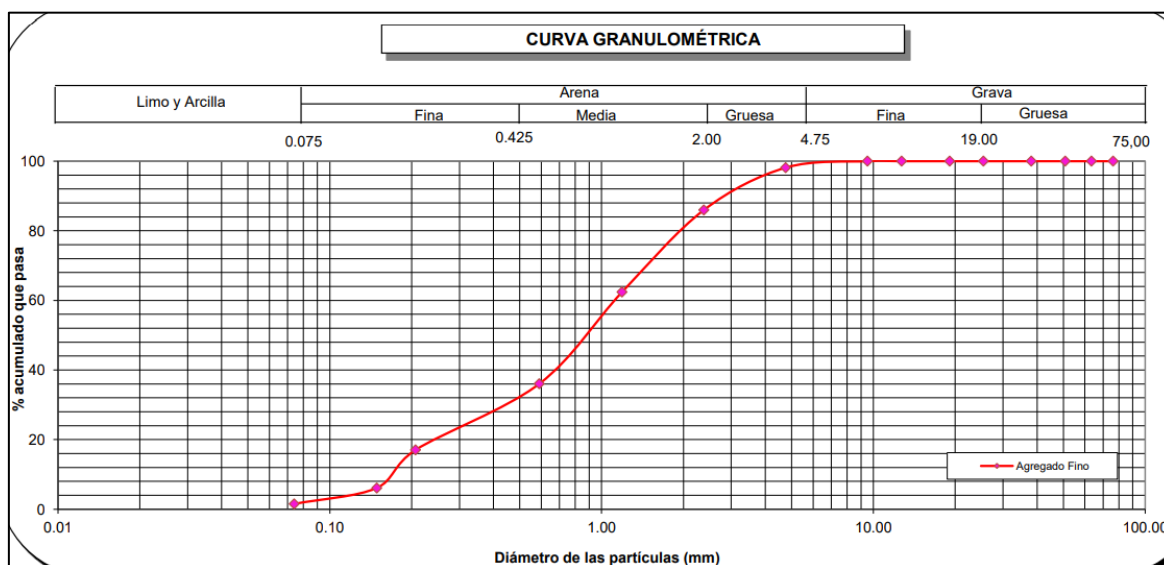


Figura 8: Gráfico de la curva granulométrica

Fuente: Elaboración propia

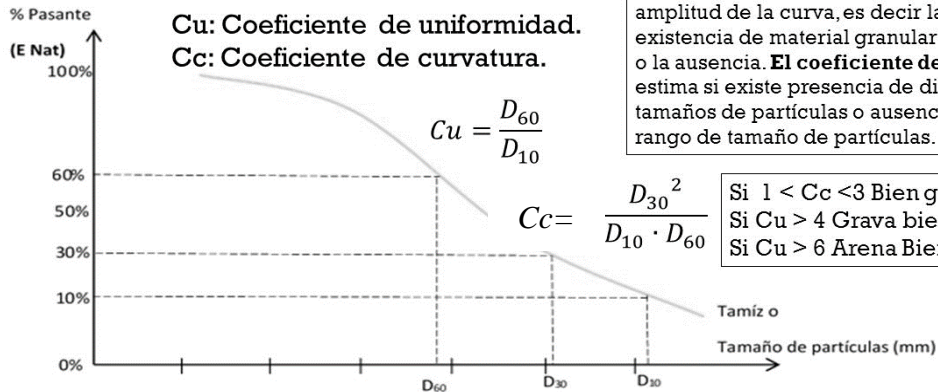
Para los datos obtenidos del tamizado se aplicó los criterios de los diámetros D10, D30 y D60 dirigidos al cálculo de los coeficientes de uniformidad (C_u) y coeficientes de curvaturas (C_c), con el objetivo de conocer si la muestra es bien graduada (equilibrio relativo de las partículas) o mal graduada. Los datos de análisis se encontraron entre los tamices Nº4, Nº8, Nº16, Nº30, Nº50, Nº100 y Nº200.

TAMAÑO DE LAS PARTICULAS DE SUELO

Análisis granulométrico por tamizado

La selección de un suelo para un uso particular puede depender de la variedad de partículas que contiene. Dos coeficientes se han definido para proporcionar orientación sobre suelos distintivos basados en la distribución de la partículas.

Los D_{10} , D_{30} , D_{60} , son diámetros que indican que el 10%, 30% y 60% del tamaño de las partículas tienen diámetros menores o iguales al D_{10} , D_{30} , D_{60} , respectivamente.



El coeficiente de uniformidad representa la amplitud de la curva, es decir la posible existencia de material granular grueso y fino, o la ausencia. El coeficiente de curvatura estima si existe presencia de distintos tamaños de partículas o ausencia de alguno rango de tamaño de partículas.

Si $1 < Cc < 3$ Bien graduado
Si $Cu > 4$ Grava bien graduada
Si $Cu > 6$ Arena bien graduada

Figura 9: Coeficientes de uniformidad y coeficientes de curvatura

Fuente: Diccionario de geotecnia online

- Si $C_u < 6$ y/o $C_c < 1$ ó $C_c > 3$ se consideran suelos mal graduados (P)
- Si $C_u > 6$ y $1 < C_c < 3$ se consideran suelos bien graduados (W)

De la granulometría analizada y los valores de C_u y C_c se clasifica al suelo como material bien graduado y se clasifica como un CH.

Figura 10: Intervalos para conocer el tipo de suelo

Fuente: Slideplayer

Tabla 5: Ubicación del D_{10}

MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE PESO RETENIDO (%)	PORCENTAJE PESO RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE PASANTE (%)
3"	72.200	0.0000	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.0000	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.0000	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.0000	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.0000	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.0000	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.0000	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.0000	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	24.5024	1.90	1.90	98.20
N° 8	2.380	157.3312	12.20	14.00	86.00
N° 16	1.190	304.3456	23.60	37.60	62.40
N° 30	0.590	340.4544	26.40	64.00	36.00
N° 50	0.207	245.0240	19.00	82.90	17.10
N° 100	0.149	141.8560	11.00	93.90	6.10
N° 200	0.074	59.3216	4.60	98.50	1.50
<200		16.7648	1.30		

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del D10, se utilizó la interpolación semilogarítmica entre los porcentajes que pasan 6.10% y 17.10%. La ubicación de estos porcentajes se aprecia en la tabla anterior. Para determinar el D10 se utilizó la siguiente ecuación.

$$D_x = \frac{D_2 - D_1}{\text{LOG}\%2 - \text{LOG}\%1} * (\text{LOG}\%x - \text{LOG}\%1) + D_1$$

Figura 11: Ecuación para calcular el D10, D30 y D60

Fuente: Ausalón Gonzáles Núñez

Entonces D2=0.149mm, D1=0.207mm, LOG%2= LOG(6.10), LOG%1= LOG(17.10) y LOG%X= LOG(10). Luego de reemplazar los valores en la ecuación de la Figura N°11 se obtuvo un D10= 0.177mm.

Cálculo del D30, se utilizó la interpolación semilogarítmica entre los porcentajes que pasan 17.10% y 36.00% ubicados en las mallas N°50 y N°30. La ubicación de estos porcentajes se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 6: Ubicación del D30

MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE PESO RETENIDO (%)	PORCENTAJE PESO RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE PASANTE (%)
3"	72.200	0.0000	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.0000	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.0000	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.0000	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.0000	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.0000	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.0000	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.0000	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	24.5024	1.90	1.90	98.20
N° 8	2.380	157.3312	12.20	14.00	86.00
N° 16	1.190	304.3456	23.60	37.60	62.40
N° 30	0.590	340.4544	26.40	64.00	36.00
N° 50	0.207	245.0240	19.00	82.90	17.10
N° 100	0.149	141.8560	11.00	93.90	6.10
N° 200	0.074	59.3216	4.60	98.50	1.50
<200		16.7648	1.30		

Fuente: Elaboración propia

Se reemplazó D2=0.207mm, D1=0.590mm, LOG%2= LOG(17.10), LOG%1= LOG(36.00) y LOG%X= LOG(30) en la ecuación de la Figura N°11. Obteniéndose un D30= 0.496mm. El valor del D30 es correcto porque se encuentra entre el intervalo de aberturas de los tamices N°50 y N°30.

Cálculo del D60, se utilizó la interpolación semilogarítmica entre los porcentajes que pasan 36.00% y 62.40% ubicados en las mallas N°30 y N°16. La ubicación de estos porcentajes se aprecia en la siguiente tabla

Tabla 7: Ubicación del D60

MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE PESO RETENIDO (%)	PORCENTAJE PESO RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE PASANTE (%)
3"	72.200	0.0000	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.0000	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.0000	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.0000	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.0000	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.0000	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.0000	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.0000	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	24.5024	1.90	1.90	98.20
N° 8	2.380	157.3312	12.20	14.00	86.00
N° 16	1.190	304.3456	23.60	37.60	62.40
N° 30	0.590	340.4544	26.40	64.00	36.00
N° 50	0.207	245.0240	19.00	82.90	17.10
N° 100	0.149	141.8560	11.00	93.90	6.10
N° 200	0.074	59.3216	4.60	98.50	1.50
<200		16.7648	1.30		

Fuente: Elaboración propia

Se reemplazó $D_2=0.590\text{mm}$, $D_1=1.190\text{mm}$, $\text{LOG}\%2= \text{LOG}(36.00)$, $\text{LOG}\%1= \text{LOG}(62.40)$ y $\text{LOG}\%X= \text{LOG}(60)$ en la ecuación de la Figura N°11. Obteniéndose un $D_{60}= 1.147\text{mm}$. El valor del D_{60} es correcto porque se encuentra entre el intervalo de aberturas de los tamices N°30 y N°16

Cálculo del coeficiente de uniformidad (Cu) y coeficiente de curvatura (Cc), luego de obtener $D_{10}= 0.177\text{mm}$, $D_{30}= 0.496\text{mm}$ y $D_{60}= 1.147\text{mm}$ se reemplazó en las ecuaciones de la Figura N°09, obteniéndose $C_u= 6.488$ y $C_c= 1.214$.

Interpretación. - el tipo de material que se utilizó en la mezcla de concreto es un agregado fino porque pasó un 98.20% en la malla N°4 y pasó un 1.5% de la muestra por la malla N°200. Es un agregado fino (arena gruesa) porque el porcentaje de peso retenido se inició en la malla N°4 con 1.9% de la muestra y terminó con un peso retenido acumulado en la malla N°200 con 98.50% de la muestra. La granulometría si cumplió con los requerimientos de la norma NTP 400.012 porque el $C_u=6.488$ fue mayor que 6 y $C_c=1.214$ estuvo dentro de los intervalos 1 y 3, por lo tanto, es un suelo bien graduado (W).

Gravedad Específica y Absorción del agregado fino (ASTM C-128, NTP 400.022, MTC E-205)

Para este ensayo se utilizó como instrumentos la balanza, el picnómetro, el cono, el pizón, las bandejas metálicas, cuchara de albañilería y un dispositivo generador de aire caliente. El procedimiento consistió en aplicar el cuarteo del material para seleccionar 1kg, la muestra seleccionada fue llevada al horno a una temperatura entre 100°C y 110°C por 24 horas. Luego de extraer la muestra del horno se enfrió por 3 horas para después ser sumergida completamente en agua (24 horas). Una vez pasado el periodo de inmersión, se decantó cuidadosamente el agua para evitar la pérdida del agregado fino. Posteriormente se secó la superficie de las partículas, dirigiendo sobre ella una corriente de aire caliente con la secadora, se aseguró una desecación uniforme. Luego se utilizó el molde cónico, este fue sujetado firmemente hechando en su interior una cantidad de muestra suficiente que se apisonó ligeramente con 25 golpes de la varilla, para este proceso se buscó el primer desmoronamiento superficial (evita el exceso de humedad), este indicó que el agregado alcanzó la superficie seca. Al obtener una muestra superficialmente seca, se seleccionó 500 gr que fueron introducidos junto con agua en el picnómetro, seguidamente fue introducido en un baño de agua a una temperatura de 21-25°C. Pasada la hora se extrajo el picnómetro para ser enrasado con agua, luego se secó su superficie y se determinó el peso total (picnómetro, muestra y agua). Finalmente la muestra con agua fue llevada al horno (100°C -110°C por 24 horas) hasta obtener el peso constante (se utilizó la balanza calibrada para obtener el peso seco)

Tabla 8: *Peso específico y porcentaje de absorción*

AGREGADO FINO				
TEMPERATURA DEL ENSAYO (°C)	20°C			PROMEDIO
NÚMERO DE FRASCO	1	2	3	
Peso del material saturado superficialmente seco (g)	500.00	500.00	500.00	
Peso del frasco + agua (g)	1188.3	1195.7	1191.4	
Peso del frasco + material + agua (g)	1688.30	1695.70	1691.40	
Peso del frasco + material + agua en el frasco (g)	1501.6	1508.5	1505.4	
Volumen de la masa + volumen de vacíos (g)	186.7	187.2	186.0	
Peso del material seco (g)	491.6	491.7	491.7	
Volumen de la masa (g)	178.3	178.9	177.7	
Peso específico de masa (g/cm³)	2.633	2.627	2.643	2.634
Peso específico saturado superficialmente seco (g/cm ³)	2.678	2.671	2.688	2.679
Peso específico aparente (g/cm ³)	2.757	2.748	2.767	2.758
Porcentaje de absorción (%)	1.709	1.688	1.690	1.696

Fuente: Elaboración propia

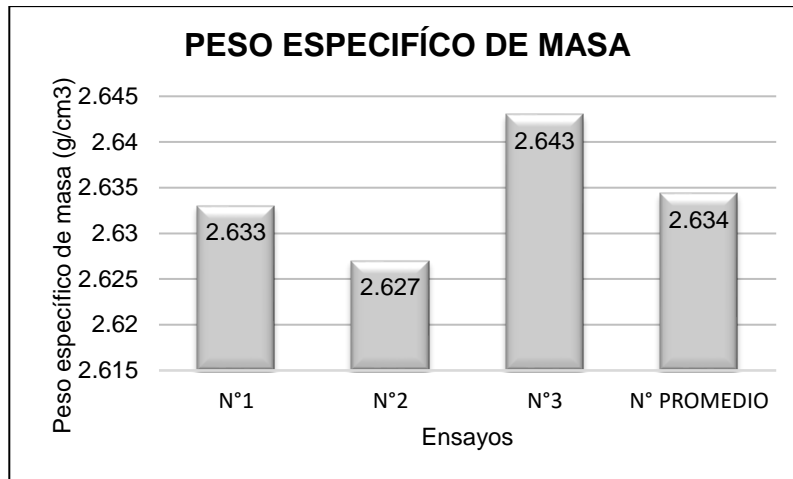


Figura 12: Gráfico del peso específico de masa

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: respecto a la muestra 1 de la tabla 8, el peso específico de masa (2.633gr/cm³) es el peso del material seco (491.6gr) dividido por el volumen de masa y vacíos (186.7gr/cm³); para calcular el peso específico saturado superficialmente seco (2.678gr/cm³) se dividió el peso del material saturado superficialmente seco (500gr) con el volumen de masa y vacíos; el peso específico aparente se determinó dividiendo el peso del material seco entre el volumen de la masa (178.3gr).

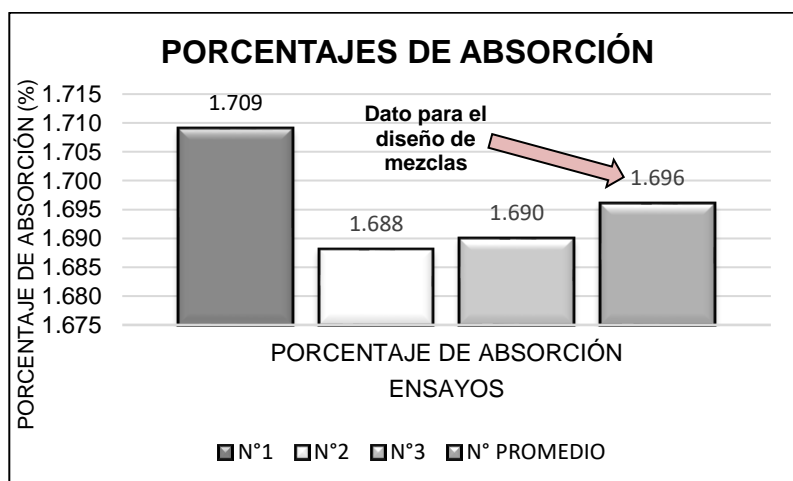


Figura 13: Gráfica de los porcentajes de absorción

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: respecto a la muestra 2 de la tabla 8, el porcentaje de absorción (1.688) es la diferencia del peso del material superficialmente seco (500gr) y el peso del material seco (491.7gr) dividida entre este último. El porcentaje de absorción promedio de las tres muestras (1.696%) se utilizó para el diseño de mezclas.

Contenido de humedad de la arena gruesa (NTP 399.185)

Los equipos que se utilizaron para este ensayo fueron las taras, el horno y la balanza calibrada. Para el procedimiento experimental se usó tres muestras (I, II y III), antes de llenar las taras con el agregado, se pesó los recipientes vacíos anotando su identificación, luego se colocó las muestras húmedas en las cápsulas para poder ser pesadas. Finalizado el pesaje del suelo y los recipientes se depositó las muestras en el horno a una temperatura de 110°C por 24 horas. Terminado el proceso de eliminación de agua del material se determinó el peso de taras y muestras secas.

Tabla 9: *Contenido de humedad*

CONTENIDO DE HUMEDAD							
CANTERA	:	---	IDENTIFICACIÓN				Promedio
			I	II	III		
Peso de tara	:	(g)	153.40	152.50	153.30		
Peso de tara + muestra húmeda	:	(g)	822.30	788.50	683.40		
Peso de tara + muestra seca	:	(g)	811.10	778.20	674.50		
Contenido de humedad	:	(%)	1.70	1.65	1.71	1.686	

Fuente: Elaboración propia

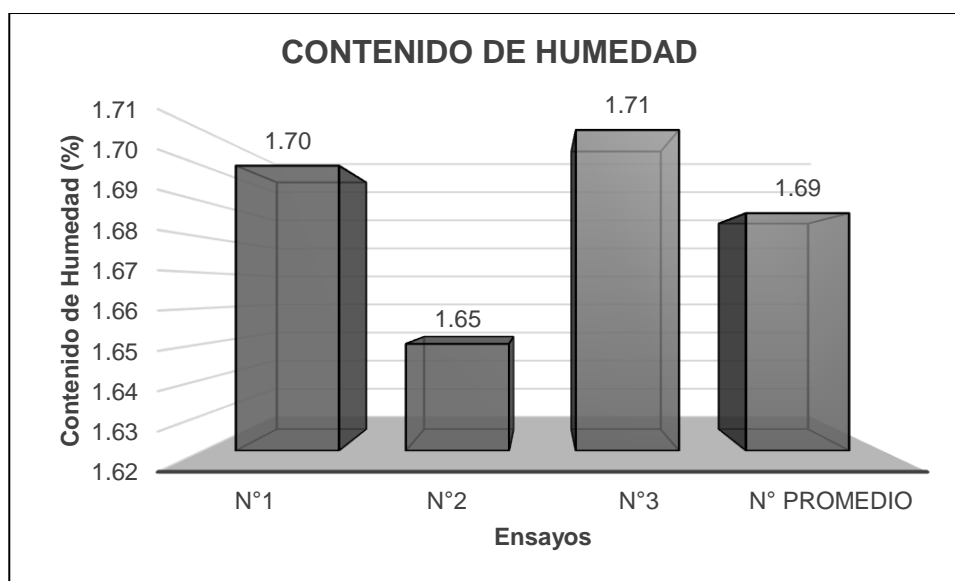


Figura 14: Gráfico del Contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: respecto al ensayo III de la tabla 9, el peso de la muestra húmeda (530.10gr) se calculó restando el peso de la tara con muestra húmeda (683.40gr) menos el peso de tara (153.30gr); el contenido de humedad (1.71%) es la diferencia entre el peso de la muestra húmeda y el peso de la muestra seca (521.20gr) dividida entre esta última. El promedio de los tres ensayos fue 1.69%.

Peso unitario del agregado fino (ASTM C - 29, NTP 400.017, MTC E-203)

Para el cálculo del peso unitario suelto se utilizó todo material que pasó por la malla N°4, como instrumento se usó un envase con volumen conocido (molde próctor de una capacidad de 2842 cm³ con un error de ±0.96 para un índice de confianza de 95%). Para el primer paso se pesó el molde vacío, el segundo paso consistió en llenar el recipiente con el material suelto seco (secado en el horno a 110°C por 24 horas) y en el tercer paso se determinó el peso del envase con la muestra, este procedimiento se aplicó para las tres muestras (I, II y III). Para calcular el peso unitario compactado se lleno el recipiente con tres capas del agregado fino, cada capa fue compactada con 25 golpes de una varilla, una vez apisonada la última capa se procedió a enrasar, finalmente se pesó el molde junto con la muestra.

Tabla 10: *Peso unitario suelto seco*

PESO UNITARIO SUELTO						
CANTERA : MATERIAL : PROF. :	---	IDENTIFICACIÓN				Promedio
		I	II	III		
Peso del recipiente + muestra	(g)	8985.5	8988.7	9012.4		
Peso del recipiente	(g)	4860.8	4860.8	4860.8		
Peso de la muestra	(g)	4124.7	4127.9	4151.6		
Volumen	(cm ³)	2842.0	2842.0	2842.0		
Peso unitario suelto húmedo	(g/cm ³)	1.451	1.452	1.461		
Peso unitario suelto seco	(g/cm ³)	1.427	1.429	1.436		1431

Fuente: Elaboración propia

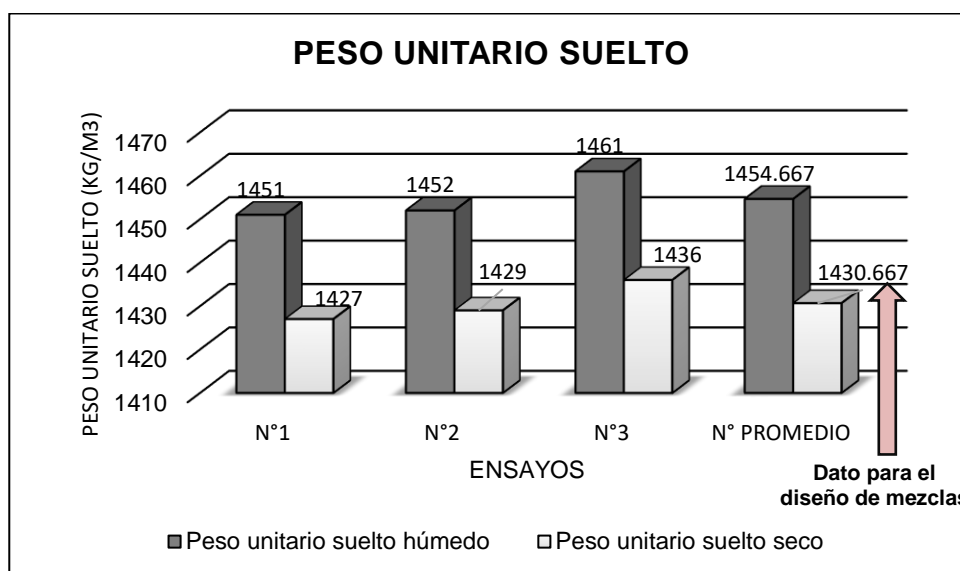


Figura 15: Comparación del peso unitario suelto húmedo y seco

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El promedio de las tres muestras (I, II y III) se utilizó como densidad del agregado fino que formó parte del diseño de mezclas ($\gamma = 1.431 \text{ gr/cm}^3$).

Tabla 11: Peso unitario compactado seco

PESO UNITARIO COMPACTADO						
CANTERA	MATERIAL	PROF.	IDENTIFICACIÓN			Promedio
			I	II	III	
---	Agregado Fino	Acopio				
Peso del recipiente + muestra	(g)		9864.4	9844.2	9826.5	
Peso del recipiente	(g)		4860.8	4860.8	4860.8	
Peso de la muestra	(g)		5003.6	4983.4	4965.7	
Volumen	(cm ³)		2842.0	2842.0	2842.0	
Peso unitario compactado húmedo	(g/cm ³)		1.761	1.753	1.747	
Peso unitario compactado seco	(g/cm ³)		1.731	1.725	1.718	1725

Fuente: Elaboración propia

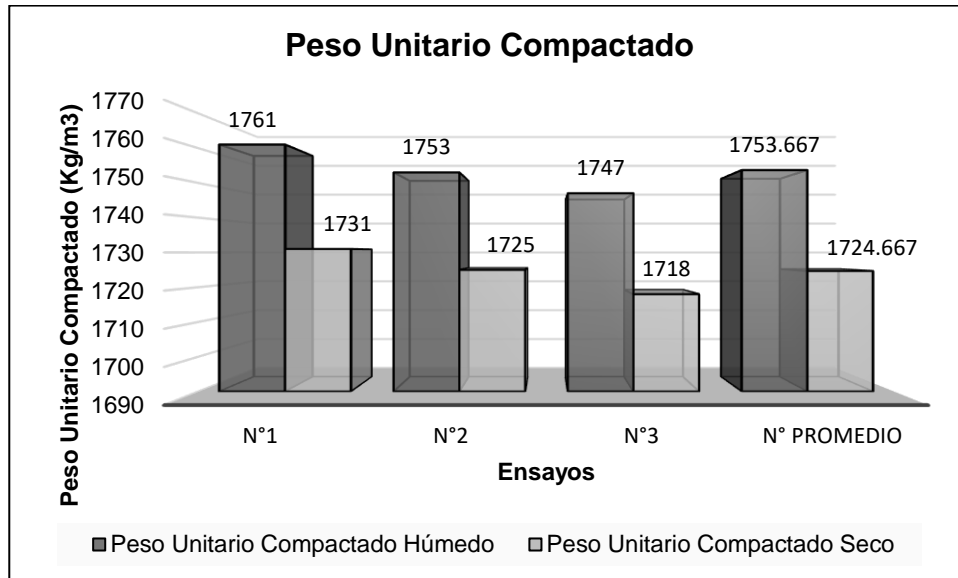


Figura 16: Comparación del peso unitario compactado húmedo y seco

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La ausencia de agua disminuye 1.70%, 1.62% y 1.69% el peso unitario compactado de las tres muestras. El peso unitario compactado seco (1.731gr/cm³) de la muestra I (tabla 11) se determinó dividiendo el peso seco (4919.50gr) entre el volumen del molde próctor (2842cm³), para la densidad del material húmedo (1.761gr/cm³) se dividió el peso de la muestra húmeda (5003.6gr) entre la capacidad del recipiente (2842cm³).

Diseño de mezclas para el ladrillo patrón (0%PET)

Para la fabricación de las muestras se utilizó moldes de madera (encofrado) contruidos con soleras de 2"x4", la dimensión de los ladrillos que se extraían con los moldes era de aproximadamente 9cmx13cmx23cm con una huella de 1cmx4cmx7cm, estas medidas se tomaron en cuenta para la dosificación de la mezcla. El cálculo de las proporciones de materiales dependió del peso unitario del agregado fino (ASTM C - 29, NTP 400.017, MTC E-203), de la relación entre el

agua y el cemento (basada en el antecedente) y del porcentaje de absorción (ASTM C-128, NTP 400.022, MTC E-205). Para determinar la dosificación entre el cemento, la arena gruesa y el agua se aplicó los siguientes pasos:

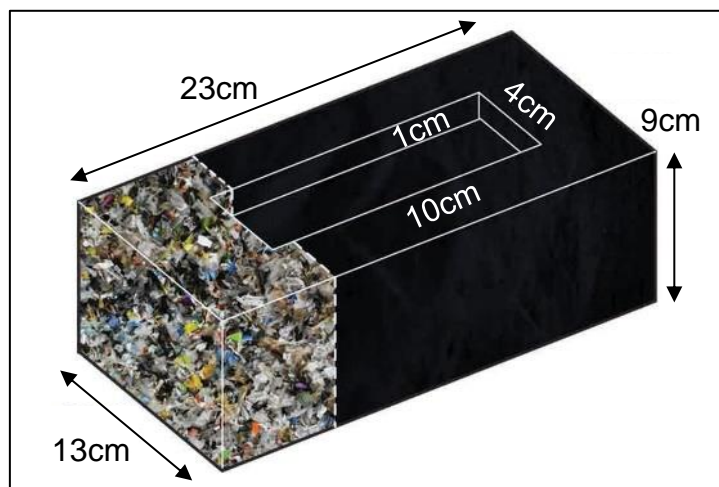


Figura 17: Dimensiones de la muestra

Fuente: Macul

Volumen de cada ladrillo (V)= 23cm*13cm*9cm-1cm*4cm*10cm= 2651cm³.

Peso unitario del agregado fino (γ)= 1431kg/m³= 1.431gr/cm³ (Tabla 10: ensayo de peso unitario del agregado fino ASTM C - 29, NTP 400.017, MTC E-203).

Peso de Arena gruesa (Ws)= V* γ = 2651cm³*1.431gr/cm³= 3793.58gr.

Luego se determinó una proporción preliminar de los materiales aplicando la dosificación 1:2 entre el cemento y el agregado fino. Para calcular el volumen del agua se multiplicó el peso del cemento por 0.48 (relación agua:cemento extraída del antecedente de Angumba). La cantidad del agua en gramos es igual en cm³.

Tabla 12: Cantidades preliminares para el ladrillo patrón (0%PET)

Dosificación	Cemento (Ws/2)	Arena Gruesa	Agua
1:2	1896.79gr	3793.58gr	910.46cm ³

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso fue el cálculo de la corrección por humedad utilizando la siguiente ecuación:

CORRECCIÓN POR HUMEDAD:	
Fórmula: $\%W = \frac{Ww}{Ws} \times 100$	Donde:
	Donde: % W = Porcentaje de humedad
	Ww = Peso del agua
	Ws = Peso de la arena

Figura 18: Cálculo del peso del agua de la arena gruesa

Fuente: Angumba (2016, pág.35)

Para aplicar la ecuación se tuvo como dato el porcentaje de absorción ó porcentaje de humedad (1.696%) de la tabla 8. Al despejar la ecuación se obtuvo lo siguiente: $W_w = 1.696\% \cdot 3793.58 = 64.34 \text{cm}^3$, por lo tanto, el volumen del agua debido al porcentaje de absorción fue de 64.34cm^3 . Entonces el volumen de agua para la mezcla de cada ladrillo fue la sumatoria de 64.34cm^3 más 910.46cm^3 .

Tabla 13: *Dosificación final para el ladrillo patrón (0%PET)*

Dosificación	Cemento (Ws/2)	Arena Gruesa	Agua
1:2	1896.79gr	3793.58gr	974.80cm ³

Fuente: Elaboración propia

Para calcular las proporciones de todos los ladrillos con 0%PET se tomó en cuenta el numero de muestras que requiere cada ensayo. Se convirtió los gramos a kilogramos y los cm³ a litros para conservar las dimensiones de la investigación.

Tabla 14: *Cantidad de materiales para la fabricación de ladrillos patrón*

Ensayo	#	Cemento (kg)	Arena gruesa (kg)	Agua (Lt)
f'b (unidades)	5	9.48	18.97	4.874
f'm (pilas)	15	28.45	56.90	14.62
V'm (muretes)	45	85.36	170.71	43.87
Total	65	123.29	246.58	63.36

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezclas para el ladrillo con 15%PET

Al igual que el procedimiento anterior se calculó las proporciones preliminares que son parte del ladrillo patrón, esta dosificación es constante para todos los diseños.

Tabla 15: *Proporción constante para ladrillos con PET*

Dosificación	Cemento (Ws/2)	Arena Gruesa	Agua
1:2	1896.79gr	3793.58gr	974.80cm ³

Fuente: Elaboración propia

Obtenidas las proporciones del ladrillo patrón se procedió a reemplazar el peso de la arena por PET. Un 15% de los 3793.58gr de la arena fueron sustituidos por el plástico obteniéndose 569.04gr de PET y 3224.54gr de arena gruesa. Este cambio de agregados modificó la proporción entre el cemento y el árido fino (1:2), para 3224.54gr de arena se calculó 1612.27gr de cemento. Al variar el aglomerante también varió la relación agua/cemento (48%) obteniéndose 773.89cm³ de agua.

Tabla 16: *Cantidades preliminares para el ladrillo con 15%PET*

Dosificación	Cemento (gr)	A. Gruesa (gr)	PET (gr)	Agua (cm3)
1:2	1612.27	3224.54	569.04	773.89

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se calculó el agua adicional debido al porcentaje de absorción de la arena gruesa (1.696%). Aplicando la ecuación de la figura 18 se determinó 54.69cm³ de agua para adicionar a los 773.89 cm³ obteniéndose 828.58cm³.

Tabla 17: *Dosificación final para el ladrillo con 15%PET*

Dosificación	Cemento (gr)	A. Gruesa (gr)	PET (gr)	Agua (cm3)
1:2	1612.27	3224.54	569.04	828.58

Fuente: Elaboración propia

Para calcular los pesos de materiales para todos los ladrillos con 15%PET se tomó en cuenta el número de muestras que requiere cada ensayo. Se convirtió cambió las unidades para conservar las dimensiones de la investigación.

Tabla 18: *Cantidad de materiales para la fabricación de ladrillos con 15%PET*

Ensayo	#	Cemento (kg)	Arena gruesa (kg)	PET (kg)	Agua (Lt)
f'b	5	8.06	16.12	2.84	4.14
f'm	15	24.18	48.37	25.61	12.43
V'm	45	72.55	145.10	25.61	37.29
Total	65	104.80	209.60	54.06	53.86

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezclas para el ladrillo con 30%PET

El cálculo de las cantidades de materiales depende de la siguiente tabla:

Tabla 19: *Proporción constante para ladrillos con PET*

Dosificación	Cemento (Ws/2)	Arena Gruesa	Agua
1:2	1896.79gr	3793.58gr	974.80cm ³

Fuente: Elaboración propia

Obtenidas las proporciones del ladrillo patrón se procedió a reemplazar el peso de la arena por PET. Un 30% de los 3793.58gr de la arena fueron reemplazados por el plástico obteniéndose 1138.07gr de PET y 2655.51gr de arena gruesa. Este cambio de agregados modificó la proporción entre el cemento y el árido fino (1:2), para 2655.51gr de arena se calculó 1327.75gr de cemento. Al variar el aglomerante también varió la relación agua/cemento (48%) obteniéndose 637.32cm³ de agua.

Tabla 20: *Cantidades preliminares para el ladrillo con 30%PET*

Dosificación	Cemento (gr)	A. Gruesa (gr)	PET (gr)	Agua (cm ³)
1:2	1327.75	2655.51	1138.07	637.32

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se calculó el agua adicional debido al porcentaje de absorción de la arena gruesa (1.696%). Aplicando la ecuación de la figura 18 se determinó 45.04cm³ de agua que fue adicionada a los 637.32cm³ obteniéndose 682.36cm³.

Tabla 21: *Dosificación final para el ladrillo con 30%PET*

Dosificación	Cemento (gr)	A. Gruesa (gr)	PET (gr)	Agua (cm ³)
1:2	1327.75	2655.51	1138.07	682.36

Fuente: Elaboración propia

Para calcular los pesos de materiales para todos los ladrillos con 30%PET se tomó en cuenta el número de muestras que requiere cada ensayo. Se aplicó la conversión de unidades para conservar las dimensiones de la investigación.

Tabla 22: *Cantidad de materiales para la fabricación de ladrillos con 30%PET*

Ensayo	#	Cemento (kg)	Arena gruesa (kg)	PET (kg)	Agua (Lt)
f'b	5	6.64	13.28	5.69	3.41
f'm	15	19.92	39.83	17.07	10.23
V'm	45	59.75	119.50	51.21	30.71
Total	65	86.30	172.61	73.97	44.35

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezclas para el ladrillo con 45%PET

Para introducir el peso del plástico se consideró la dosificación del ladrillo patrón:

Tabla 23: *Proporción constante para ladrillos con PET*

Dosificación	Cemento (Ws/2)	Arena Gruesa	Agua
1:2	1896.79gr	3793.58gr	974.80cm ³

Fuente: Elaboración propia

Obtenidas las proporciones del ladrillo patrón se procedió a reemplazar el peso de la arena por PET. Un 45% de los 3793.58gr de la arena fueron reemplazados por el plástico obteniéndose 1707.11gr de PET y 2086.47gr de arena gruesa. Este cambio de agregados modificó la proporción entre el cemento y el árido fino (1:2), para 2086.47gr de arena se calculó 1043.23gr de cemento. Al variar el aglomerante también varió la relación agua/cemento (48%) obteniéndose 500.75cm³ de agua.

Tabla 24: *Cantidades preliminares para el ladrillo con 45%PET*

Dosificación	Cemento (gr)	A. Gruesa (gr)	PET (gr)	Agua (gr)
1:2	1043.23	2086.47	1707.11	500.75

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se calculó el agua adicional debido al porcentaje de absorción de la arena gruesa (1.696%). Aplicando la ecuación de la figura 18 se determinó 35.39cm³ de agua que fue adicionada a los 500.75cm³ obteniéndose 536.14cm³.

Tabla 25: *Dosificación final para el ladrillo con 45%PET*

Dosificación	Cemento (gr)	A. Gruesa (gr)	PET (gr)	Agua (cm ³)
1:2	1043.23	2086.47	1707.11	536.14

Fuente: Elaboración propia

Para calcular los pesos de materiales para todos los ladrillos con 45%PET se tomó en cuenta el número de muestras que requiere cada ensayo. Se aplicó la conversión de unidades para conservar las dimensiones de la investigación.

Tabla 26: *Cantidad de materiales para la fabricación de ladrillos con 45%PET*

Ensayo	#	Cemento (kg)	Arena gruesa (kg)	PET (kg)	Agua (Lt)
f'b	5	5.22	10.43	8.54	2.68
f'm	15	15.65	31.30	25.61	8.04
V'm	45	46.95	93.89	76.82	24.13
Total	65	67.81	135.62	110.96	34.85

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: *Dosificación de materiales para cada tipo de ladrillo*

Ladrillo	.Ce:Ar	Cemento (kg)	Arena gruesa(kg)	PET (kg)	Agua (Lt)
0%PET	1:2	1.897	3.794	0.000	0.975
15%PET	1:2	1.612	3.225	0.569	0.929
30%PET	1:2	1.328	2.656	1.138	0.682
45%PET	1:2	1.043	2.087	1.707	0.536

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El ladrillo con 0%PET representó al ladrillo patrón, en esta muestra la arena gruesa no fue reemplazada. Al reemplazar 15%, 30% y 45% de la arena gruesa por plástico PET el peso del cemento se redujo un 15.02%, 29.99% y 45.02%, esto indica que se conservó la relación entre el aglomerante y el agregado, por lo tanto, las dosificaciones de materiales fueron correctas.

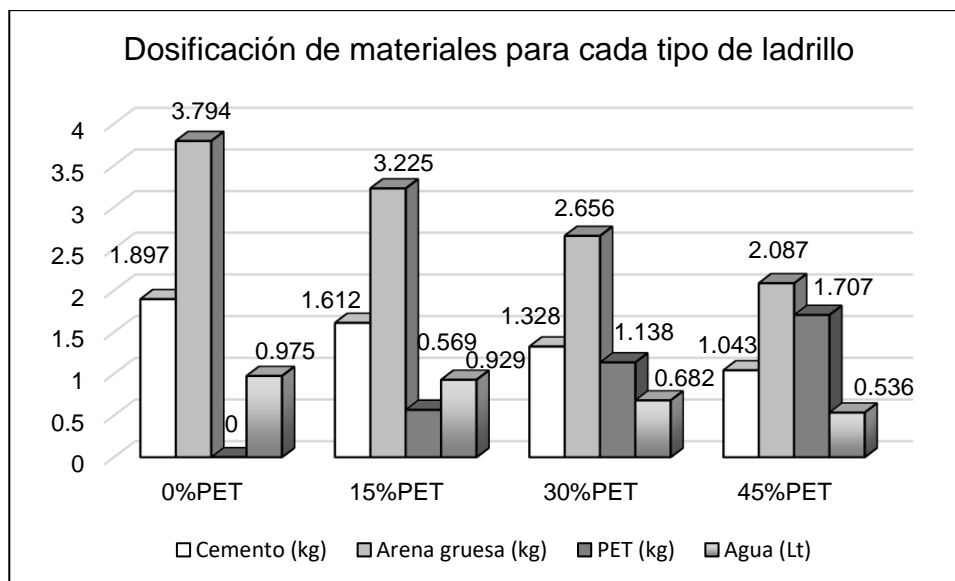


Figura 19: Gráfico de las 4 dosificaciones de materiales

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Materiales de la investigación

%PET	Ladrillos (und)	Cemento (kg)	Arena gruesa (kg)	PET (kg)	Agua (Lt)
0%PET	65	123.29	246.58	0.00	63.36
15%PET	65	104.80	209.60	54.06	53.86
30%PET	65	86.30	172.61	73.97	44.35
45%PET	65	67.81	135.62	110.96	34.35
Total	260	382.20	764.41	238.99	195.92

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para la fabricación de los ladrillos se necesitó 9 bolsas de cemento, 0.53 m³ de arena gruesa, 238.99kg de plástico PET y 195.92 litros de agua, en la compra de estos materiales se gastó aproximadamente 251.50 soles. Con los ladrillos de 45% de PET (44.63 soles) se gastó un 45% menos que los ladrillos patrones (81.14 soles), tomando en cuenta un precio de 25 soles para la bolsa de cemento y 50 soles para el m³ de arena. Entonces se interpreta que cuanto más aumentó los porcentajes del plástico menos se gastó en materiales convencionales.

Selección del mortero para pilas y muretes

Para la preparación del mortero se utilizó cemento tipo I y arena gruesa (se verificó la ausencia de componentes orgánicos). La proporción agua:cemento fue 1:1 y la relación cemento:arena fue 1:4 según la norma NTP 399.607 y 399.610 (E.070).

La pasta elaborada por el investigador y el técnico del laboratorio ofreció trabajabilidad, adherencia y no tuvo segregación de materiales. Las óptimas propiedades de este concreto dependen de las propiedades físicas del árido fino, una de ellas es la granulometría, la Norma Técnica E.070 recomienda que el agregado para morteros debe contar con características similares a la siguiente:

Tabla 29: *Granulometría recomendada por la NTE E.070*

GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
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

Fuente: NTE E.070

Interpretación: Los resultados de la tabla 4 indicaron que los porcentajes pasantes de los tamices N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200 fueron 98.2%, 86%, 62.4%, 36%, 17.1%, 6.1% y 1.5%, estos datos se aproximaron a la granulometría recomendada por la norma, además no quedo retenido más del 50% de agregado fino entre 2 tamices consecutivos (%retenido: 1.9, 12.2, 23.6, 26.4, 19, 11 y 4.6), por lo tanto la arena gruesa si cumple con los requerimientos de la norma.

Tabla 30: *Morteros recomendados por la NTE E.070*

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

Fuente: NTE E.070

Para la selección de la dosificación entre el cemento y el agregado se utilizó la tabla 29 (cuadro 4 de la norma E.070), eligiendo la categoría no portante (NP) con proporciones volumétricas 1:4 para el cemento y arena. El mortero elaborado para las pilas y los muretes fue curado por 14 días.

Objetivo 1: Evaluar la aplicación del plástico PET en un 15%, 30%, 45% para determinar la resistencia a la compresión en unidades de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buenas Vista, Lurín – 2021.

Reseña del ensayo f' b. Luego de la fabricación de las 20 muestras y de curarlas 28 días se procedió a realizar los ensayos correspondientes a cada unidad. Para obtener la resistencia al aplastamiento de cada ladrillo se tuvo que tomar en cuenta el largo-ancho de la muestra, la carga de la prensadora. Se calculó el área de contacto al multiplicar largo por ancho, para determinar la resistencia unitaria a compresión (fb) de cada muestra se dividió la carga de ruptura entre la cara del ladrillo que es comprimida por el equipo. Para cada porcentaje de PET se elaboró 5 muestras, de estas se obtuvo 5 resistencias unitarias a compresión que dieron una resistencia unitaria promedio. Finalmente, para calcular la resistencia a compresión característica (f' b) se le restó la desviación estándar de las 5 muestras a la resistencia unitaria promedio (fb).

$f' b$: Resistencia a compresión característica (kg/cm ²)	
$f b$: Resistencia unitaria a compresión (kg/cm ²)	
σ : Desviación estándar (kg/cm ²)	$f' b = f b - \sigma$
R : Carga de rotura (kg)	$f b = \frac{R}{A}$
A : Área de contacto (cm ²)	

Figura 20: Cálculo de f' b

Fuente: Echeverría, 2017, p.52

Desviación estándar

$$ds = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [x_i - \bar{x}]^2}{n - 1}}$$

Figura 21: Desviación estándar

Fuente: Bioanálisis al día

Evidencia Fotográfica



Figura 22: Fabricación de muestra


Fuente: Elaboración propia



Figura 23: Compresión unidad

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Ensayos de resistencia f' b de las muestras con 0%PET (patrón)

		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
		LABORATORIO: Guzmán Morán Ingenieros S.A.C. RUC: 20601912547						
		ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR UNIDAD (f' b)						
Nombre de la Muestra:		Muestra Patrón (0%PET)		Hecho por:		Edwar Guzmán Moran		
Fecha:		Martes, 14 de septiembre del 2021:						
Observaciones: La dosificación de cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto								
Las Medidas de fabrica son:			Largo(cm)	23.00	Ancho(cm)	13.00	Altura(cm)	9.00
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA fb (kg/cm2)		
M1, 0%PET	23.12	9.05	12.92	298.71	70457.56709	235.87		
M2, 0%PET	23.37	9.32	12.80	299.14	75457.56880	252.25		
M3, 0%PET	23.16	9.20	13.22	306.18	76669.00564	250.41		
M4, 0%PET	23.45	9.35	13.15	308.37	79134.56773	256.62		
M5, 0%PET	23.20	9.11	12.95	300.44	71599.56748	238.32		
Especificaciones: Los ensayos corresponden a la Norma Técnica E.070 (NTP 399.613)						RESISTENCIA PROMEDIO fb	246.69	
						DESVIACIÓN ESTANDAR (kg/cm2)	9.09	
						RESISTENCIA f' b (kg/cm2)	237.60	

Fuente: Elaboración propia

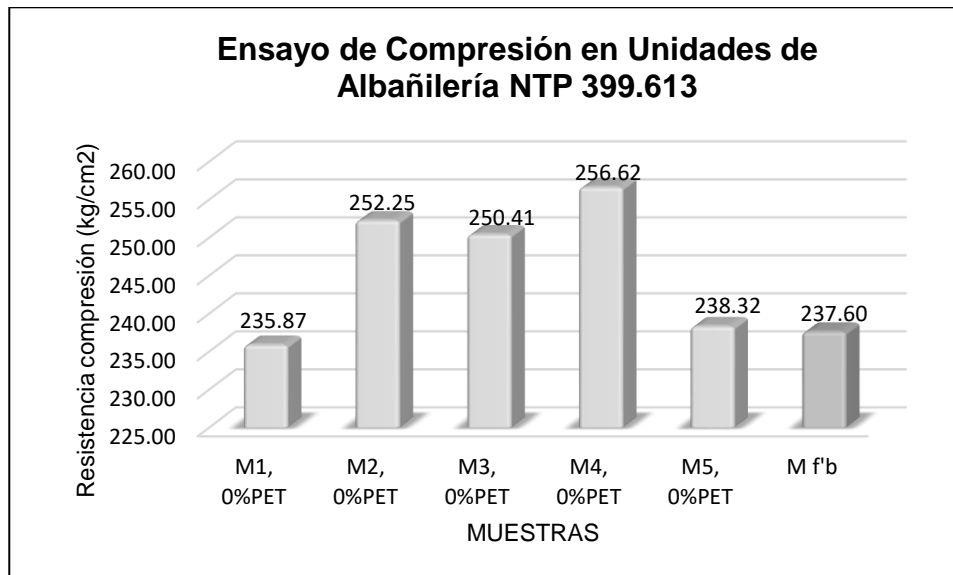



Figura 24: Gráfico comparativo de fb para muestras patrón

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los 5 primeros ensayos de esta investigación fueron los ensayos de compresión en unidades de ladrillos referidos a la muestra patrón (0%PET). Se obtuvieron resistencias de 235.87, 252.25, 250.41, 256.62 y 238.32 kg/cm2 que al

ser promediadas resultaron en 246.69 kg/cm². Para calcular la resistencia a la compresión característica (f^{'b}) primero se determinó una desviación estándar de las 5 resistencias de 9.09 kg/cm², este valor restó a la resistencia promedio para calcularse un f^{'b} de 237.60 kg/cm².

Tabla 32: Ensayo de resistencia f^{'b} de las muestras con 15%PET

		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO								
		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
		LABORATORIO: Guzmán Morán Ingenieros S.A.C. RUC: 20601912547								
ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR UNIDAD (f^{'b})										
Nombre de la Muestra:		85%Arena gruesa - 15%PET		Hecho por:		Edwar Guzmán Moran				
Fecha:		Martes, 14 de septiembre del 2021:								
Observaciones: La dosificación de cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto										
Las Medidas de fabrica son:		Largo(cm)		23	Ancho(cm)		13	Altura(cm)		9
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm²)	CARGA (kg)		RESISTENCIA fb (kg/cm²)			
M6, 15%PET	22.95	8.63	13.00	298.35	72500.65757		243.01			
M7, 15%PET	23.32	8.89	13.00	303.16	74859.54002		246.93			
M8, 15%PET	23.30	9.34	13.12	305.70	79505.23235		260.08			
M9, 15%PET	22.67	9.05	12.88	291.99	69900.59049		239.39			
M10, 15%PET	23.11	9.15	13.00	300.43	77453.45672		257.81			
Especificaciones: Los ensayos corresponden a la Norma Técnica E.070 (NTP 399.613)					RESISTENCIA PROMEDIO fb (kg/cm²)		249.44			
					DESVIACIÓN ESTANDAR (kg/cm²)		9.11			
					RESISTENCIA f^{'b} (kg/cm²)		240.34			

Fuente: Elaboración propia

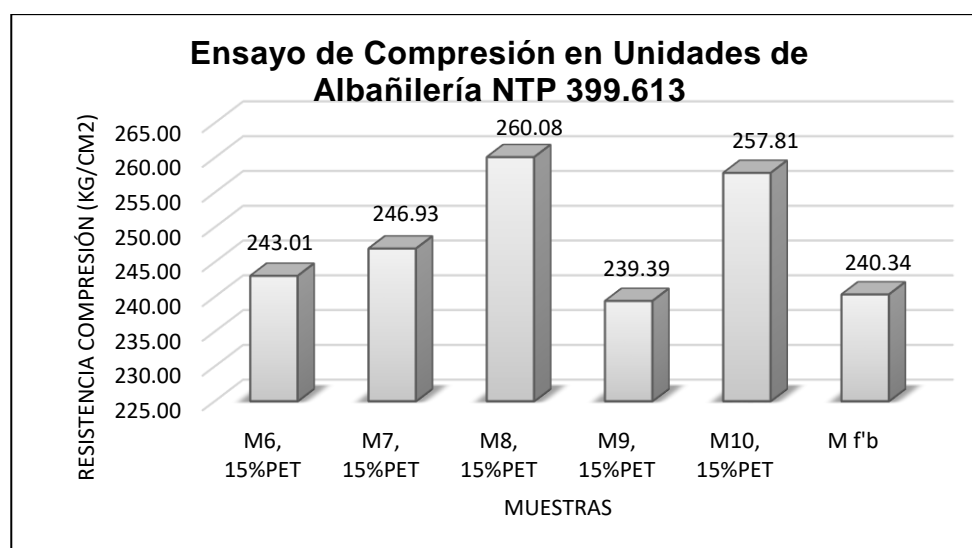


Figura 25: Gráfico comparativo de fb para muestras con 15%PET

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para los ladrillos con 15%PET (el plástico reemplaza a la arena gruesa) se obtuvo una resistencia fb promedio de las 5 muestras de 249.44 kg/cm². Al restar el fb promedio con la desviación estándar (9.11kg/cm²) se calculó una resistencia característica a compresión axial de la unidad (f' b) de 240.34 kg/cm².

Tabla 33: Ensayo de resistencia f' b de las muestras con 30%PET

		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO											
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
		LABORATORIO: Guzmán Morán Ingenieros S.A.C. RUC: 20601912547											
ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR UNIDAD (f' b)													
Nombre de la Muestra:		70%Arena gruesa - 30%PET		Hecho		Edwar Guzmán Moran							
Fecha:		Martes, 14 de septiembre del 2021:											
Observaciones: La dosificación de cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto													
Las Medidas de fabrica son:		Largo(cm)		23		Ancho(cm)		13		Altura(cm)		9	
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	ÁREA (cm2)	CARGA (kg)			RESISTENCIA fb (kg/cm2)					
M11, 30%PET	23.01	9.00	12.67	291.54	71586.38573			245.55					
M12, 30%PET	23.00	9.00	12.80	294.40	75574.53322			256.71					
M13, 30%PET	23.27	9.00	12.80	297.86	78605.37433			263.90					
M14, 30%PET	22.88	9.14	12.85	294.01	75640.45673			257.27					
M15, 30%PET	23.00	9.08	12.76	293.48	73493.77655			250.42					
Especificaciones: Los ensayos corresponden a la Norma Técnica E.070 (NTP 399.613)					RESISTENCIA PROMEDIO fb (kg/cm2)			254.77					
					DESVIACIÓN ESTÁNDAR (kg/cm2)			7.02					
					RESISTENCIA f' b (kg/cm2)			247.75					

Fuente: Elaboración propia

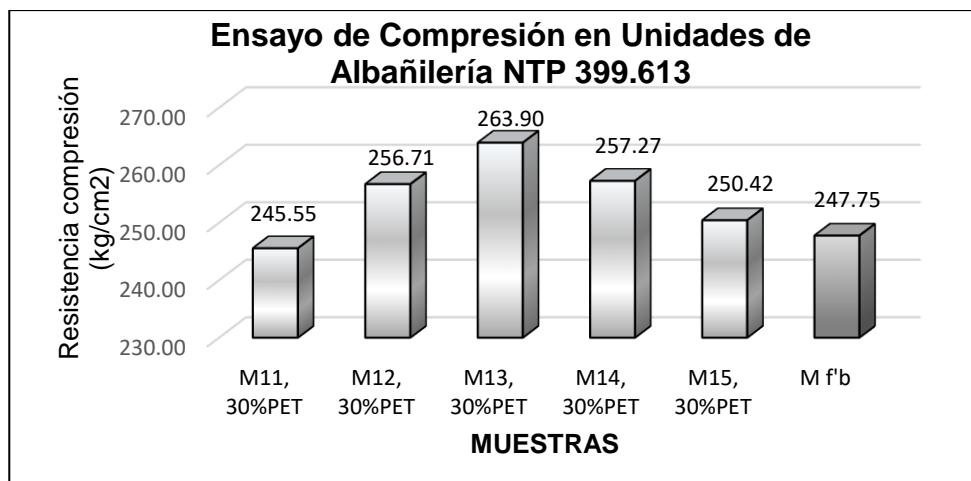



Figura 26: Gráfico comparativo de fb para muestras con 30%PET

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para las muestras con 30%PET (arena gruesa 70% - PET 30%), se determinó una media aritmética (fb promedio) de 254.77 kg/cm² al promediar

las 5 resistencias. Al restar el fb promedio con la desviación estándar (7.02kg/cm²) se calculó una resistencia característica a la compresión en unidad de ladrillo de 247.75 kg/cm².

Tabla 34: Ensayo de resistencia f' b de las muestras con 45%PET

		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
		LABORATORIO: Guzmán Morán Ingenieros S.A.C. RUC: 20601912547					
ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR UNIDAD (f' b)							
Nombre de la Muestra:		55%Arena gruesa - 45%PET		Hecho	Edwar Guzmán Moran		
Fecha:		Martes, 14 de septiembre del 2021:					
Observaciones: La dosificación de cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto							
Las Medidas de fabrica son:		Largo(cm)	23	Ancho(cm)	13	Altura(cm)	9
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	ÁREA (cm²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA fb (kg/cm²)	
M16, 45%PET	23.22	8.90	12.95	300.70	54022.33940	179.66	
M17, 45%PET	23.15	8.93	12.56	290.76	51083.56743	175.69	
M18, 45%PET	23.33	9.03	12.70	296.29	59334.35000	200.26	
M19, 45%PET	23.00	9.23	13.38	307.74	60384.45332	196.22	
M20, 45%PET	22.80	9.37	12.70	289.56	49894.00034	172.31	
Especificaciones: Los ensayos corresponden a la Norma Técnica E.070 (NTP 399.613)					RESISTENCIA PROMEDIO fb (kg/cm²)	184.83	
					DESVIACIÓN ESTÁNDAR (kg/cm²)	12.60	
					RESISTENCIA f' b (kg/cm²)	172.23	

Fuente: Elaboración propia

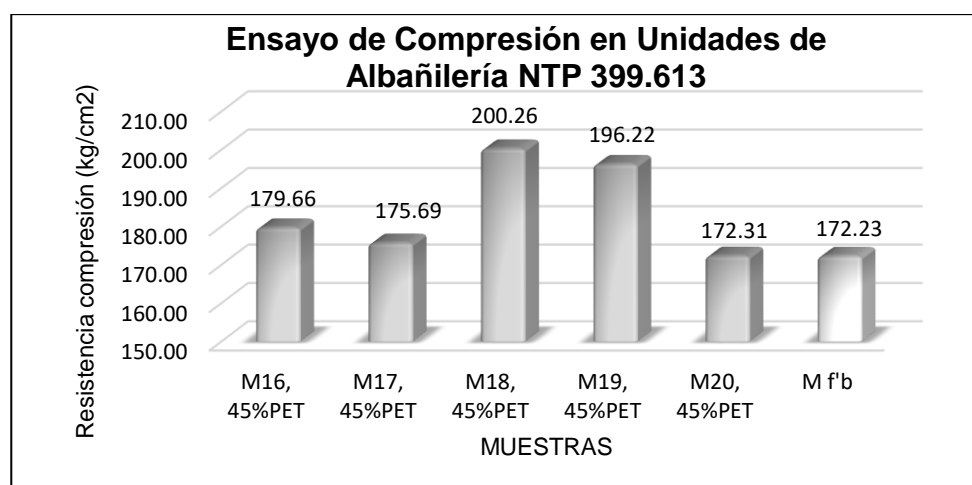


Figura 27: Gráfico comparativo de fb para muestras con 45%PET

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para las muestras con 45%PET (arena gruesa 55% - PET 45%), se determinó una media aritmética (fb promedio) de 184.83 kg/cm² al promediar

las resistencias de los 5 ladrillos. Al restar el fb promedio con la desviación estándar (12.60kg/cm²) se calculó una resistencia característica a la compresión en unidad de ladrillo de 172.23 kg/cm².

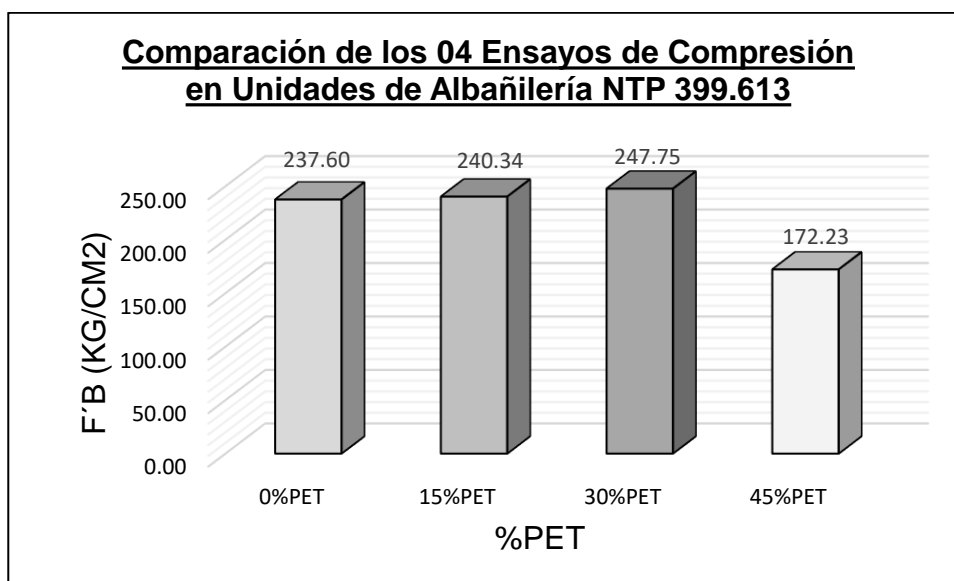


Figura 28: Comparación de los 4 tipos de ensayos de f'b

Fuente: Elaboración propia

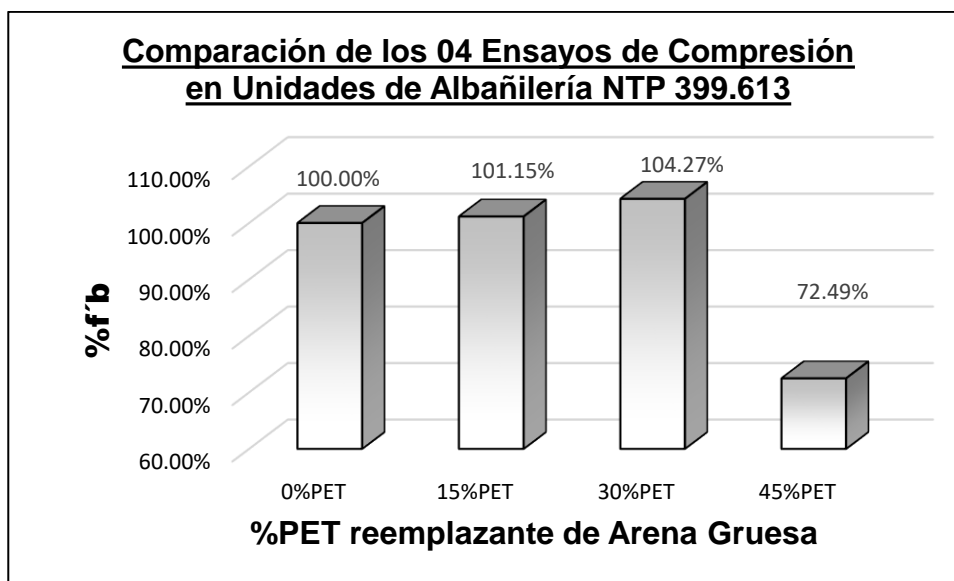


Figura 29: Influencia del PET en el f'b

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Al reemplazar un 15% de la arena gruesa por PET la resistencia a la compresión de unidades de albañilería aumentó en 1.15%, esto indicó que influye de manera positiva en la dosificación para la fabricación ladrillos. Cuando la mezcla tuvo un 30%PET – 70% arena gruesa el f'b se incrementó en un 4.27%. Finalmente

cuando se reemplazó un 45% de la arena gruesa por el plástico, el $f'b$ disminuyó considerablemente en 27.51% (de 237.60 kg/cm² a 172.23kg/cm²).

Objetivo 2: Evaluar la aplicación del plástico PET en un 15%, 30%, 45% para determinar la resistencia a la compresión en pilas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín – 2021.

Reseña del ensayo $f'm$. Para este ensayo se fabricó 60 unidades de ladrillos de concreto, se separó en 4 grupos de 15 unidades (5 pilas), cada grupo tenía distintos porcentajes de PET reemplazantes de arena gruesa. Los 60 ladrillos fueron curados por 28 días. Al finalizar el tiempo de curado se procedió a construir las pilas de albañilería, cada pila contaba con 3 unidades de un mismo porcentaje de PET. El espesor mínimo del mortero de cada pila medía 1.5 cm y la relación cemento: arena fue 1:4 (proporciones volumétricas) según la Norma E-070. Una vez terminada la elaboración de las pilas de ladrillo se pasó a la etapa del curado del mortero que fue de 14 días. Pasado el tiempo de curado se realizó los ensayos de resistencia a la compresión en pilas. Para obtener los resultados que permitieron analizar la influencia del PET fue necesario contar con los valores de las dimensiones de la pila, el área sometida a la carga o superficie de contacto y la carga del equipo. Con los factores indicados anteriormente se pudo calcular el $f'm$ inicial (sin factor de corrección) dividiendo la superficie de contacto entre la carga del equipo. El factor de corrección depende del valor de la esbeltez, esta se calculó dividiendo la altura de la pila entre el ancho menor de la pila. Para determinar el factor de corrección se interpoló la esbeltez calculada (por cada pila) con el uso de la tabla de factores de corrección $f'm$ por esbeltez del Reglamento Nacional de Edificaciones, E. 070:2006. Calculada la corrección se pudo determinar el $f'm$ promedio de las 5 muestras (por porcentaje de PET) ya corregidas. Finalmente se calculó la desviación estándar de las 5 pilas, la cual fue restada al $f'm$ promedio obteniéndose la resistencia característica a compresión axial de la albañilería ($f'm$).

$$f_m = \frac{\text{Carga Máxima}}{A}$$

f_m : Resistencia a compresión axial (kg/cm²)
 A : Área de contacto (cm²)

$$f'm = X - \sigma$$

$f'm$: Resistencia característica a compresión axial (kg/cm²)
 X : Resistencia promedio a compresión axial (kg/cm²)
 σ : Desviación estándar (kg/cm²)

Figura 30: fm sin corrección

Fuente: Echeverría, 2017, p.53

Figura 31: Resistencia de la pila

Fuente: Echeverría, 2017, p.54

Tabla 35: Esbeltez y factor de corrección para el $f'm$

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

^A h_p/t_p Relación de la altura del prisma y las medidas menores laterales del prisma

Fuente: NTP 399.605 2013

Evidencia Fotográfica



Figura 32: Construcción de pilas


Fuente: Elaboración propia



Figura 33: Ensayo $f'm$ 0%PET

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Ensayo de resistencia $f'm$ de las muestras con 0%PET (patrón)

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO								
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
	LABORATORIO: Guzmán Morán Ingenieros S.A.C. RUC: 20601912547								
ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR PILA ($f'm$)									
Nombre de la Muestra:	Muestra Patrón (0%PET)				Hecho por:	Edwar Guzmán Moran			
Fecha:	Miércoles, 22 de septiembre del 2021:								
Observaciones: La dosificación de cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto; 14 días de curado para el mortero									
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	$f'm$ (kg/cm ²)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCIÓN	$f'm$ (kg/cm ²)
P1, 0%PET	23.05	31.76	13.00	299.65	54904.65844	183.23	2.443	1.0354	189.72
P2, 0%PET	23.45	32.00	13.00	304.85	55888.45630	183.33	2.462	1.0369	190.10
P3, 0%PET	23.00	32.70	12.90	296.7	51001.67840	171.90	2.535	1.0428	179.25
P4, 0%PET	23.00	32.10	13.15	302.45	56457.56709	186.67	2.441	1.0353	193.25
P5, 0%PET	22.82	31.00	13.16	300.31	54893.00560	182.79	2.356	1.0284	187.99
Especificaciones: Los ensayos corresponden a la Norma Técnica E.070 (NTP 399.605)							RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)		188.06
							DESVIACIÓN ESTÁNDAR (kg/cm ²)		5.28
							RESISTENCIA $f'm$ (kg/cm ²)		182.78

Fuente: Elaboración propia

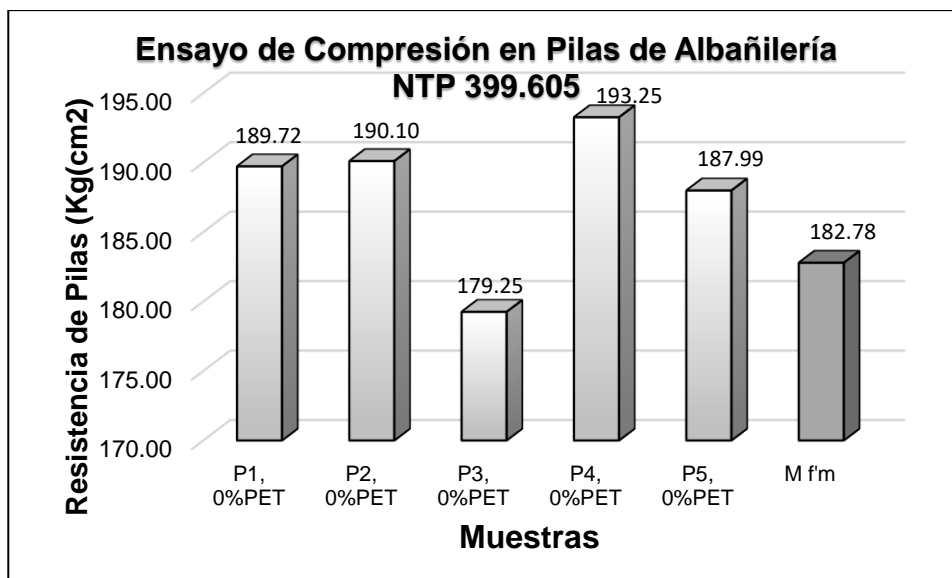


Figura 34: Gráfico comparativo de fm para muestras con 0%PET

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De la tabla N°15 los datos recolectados para la muestra P1, 0%PET se obtuvieron de la forma siguiente: La resistencia de la pila sin factor de corrección (183.23 kg/cm²) se calculó dividiendo 299.65 cm² entre 54904.66 kg, la esbeltez (2.443) se calculó dividiendo 31.76 cm entre 13 cm, el factor de corrección (1.0354) se determinó interpolando la esbeltez con los datos de la tabla N°14, finalmente la resistencia 189.72 kg/cm² se obtuvo al multiplicar el factor de corrección por 183.23 kg/cm². Para las pilas con 0%PET se obtuvo una resistencia fm promedio de las 5 muestras de 188.06 kg/cm². Al restar la resistencia promedio con la desviación estándar (5.28kg/cm²) se calculó una resistencia característica a compresión axial de la albañilería (f'm) de 182.78 kg/cm².

Tabla 37: Ensayo de resistencia f'm de las muestras con 15%PET

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO									
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
LABORATORIO: Guzmán Morán Ingenieros S.A.C. RUC: 20601912547									
ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR PILA (f'm)									
Nombre de la Muestra:	85%Arena gruesa - 15%PET								
Fecha:	Miércoles, 22 de septiembre del 2021:								
Hecho por:	Edwar Guzmán Moran								
Observaciones: La dosificación de cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto; 14 días de curado para el mortero									
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	f'm(kg/cm ²)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCIÓN	f'm (kg/cm ²)
P6, 15%PET	23.00	32.00	12.58	289.34	52894.37200	182.81	2.544	1.0426	190.60
P7, 15%PET	23.00	32.00	12.76	293.48	58007.35460	197.65	2.508	1.0405	205.65
P8, 15%PET	23.00	31.50	12.80	294.4	54273.34020	184.35	2.461	1.0369	191.15
P9, 15%PET	23.15	31.50	12.70	294.005	64447.00280	219.20	2.480	1.0384	227.63
P10, 15%PET	23.31	31.50	12.95	301.86	65400.34780	216.65	2.432	1.0346	224.15
Especificaciones: Los ensayos corresponden a la Norma Técnica E.070 (NTP 399.605)									
RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm²)									207.84
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (kg/cm²)									17.59
RESISTENCIA f'm (kg/cm²)									190.24

Fuente: Elaboración propia

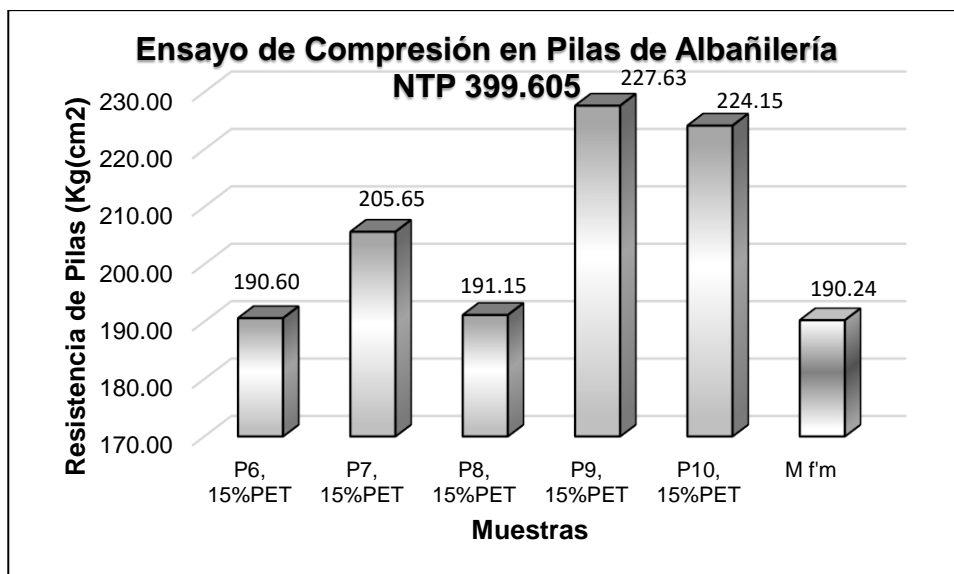


Figura 35: Gráfico comparativo de fm para muestras con 15%PET

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para las pilas con 15%PET se obtuvo una resistencia fm promedio de las 5 muestras de 207.84 kg/cm². Al restar la resistencia promedio con la desviación estándar (17.59kg/cm²) se calculó un f'm de 190.24 kg/cm². Las pilas con menor y mayor resistencia fueron las muestras "P6, 15%PET" y "P9, 15%PET" con 190.60 kg/cm² y 227.63 kg/cm².

Tabla 38: Ensayo de resistencia f'm de las muestras con 30%PET

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO										
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
LABORATORIO: Guzmán Morán Ingenieros S.A.C. RUC: 20601912547										
ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR PILA (f'm)										
Nombre de la Muestra:	70%Arena gruesa - 30%PET									
Fecha:	Miércoles, 22 de septiembre del 2021:									
Observaciones: La dosificación de cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto; 14 días de curado para el mortero										
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	f'm(kg/cm ²)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCIÓN	f'm (kg/cm ²)	
P11, 30%PET	22.86	32.80	13.00	297.18	60564.54630	203.80	2.523	1.0414	212.23	
P12, 30%PET	23.33	33.00	13.00	303.29	67674.57680	223.13	2.538	1.0423	232.58	
P13, 30%PET	23.12	31.75	13.00	300.56	65830.80800	219.03	2.442	1.0354	226.78	
P14, 30%PET	22.90	30.08	13.00	297.70	60999.54767	204.90	2.314	1.0251	210.05	
P15, 30%PET	23.05	32.55	13.22	304.72	62328.66670	204.54	2.462	1.0370	212.11	
Especificaciones: Los ensayos corresponden a la Norma Técnica E.070 (NTP 399.605)									RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	218.75
									DESVIACIÓN ESTÁNDAR (kg/cm ²)	10.22
									RESISTENCIA f'm (kg/cm ²)	208.53

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para las pilas con 30%PET se obtuvo una resistencia fm promedio de las 5 muestras de 218.75 kg/cm². Al restar la resistencia promedio con la desviación estándar (10.22kg/cm²) se calculó un f'm de 208.53 kg/cm². Las pilas con menor y mayor resistencia fueron las muestras "P14, 30%PET" y "P12, 30%PET" con 210.05 kg/cm² y 232.58 kg/cm².

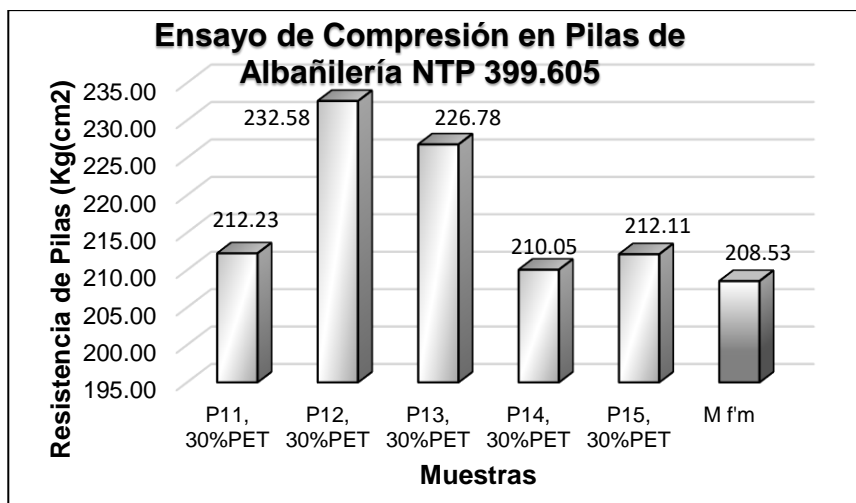


Figura 36: Gráfico comparativo de fm para muestras 30%PET

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Ensayo de resistencia f'm de las muestras con 45%PET

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO									
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
LABORATORIO: Guzmán Morán Ingenieros S.A.C. RUC: 20601912547									
ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR PILA (f'm)									
Nombre de la Muestra:	55%Arena gruesa - 45%PET			Hecho por:	Edwar Guzmán Moran				
Fecha:	Miércoles, 22 de septiembre del 2021:								
Observaciones: La dosificación de cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto; 14 días de curado para el mortero									
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	f'm(kg/cm ²)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCIÓN	f'm (kg/cm ²)
P16, 45%PET	23.01	32.06	13.33	306.72	45678.45000	148.92	2.405	1.0324	153.75
P17, 45%PET	23.04	31.70	13.18	303.67	40448.38420	133.20	2.405	1.0324	137.52
P18, 45%PET	23.00	31.50	12.59	289.57	35283.55550	121.85	2.502	1.0401	126.74
P19, 45%PET	23.00	31.50	13.07	300.61	39892.34760	132.70	2.410	1.0328	137.06
P20, 45%PET	23.14	31.60	13.25	306.61	45628.34340	148.82	2.385	1.0308	153.40
RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm²)									141.69
DESVIACIÓN ESTANDAR (kg/cm²)									11.67
RESISTENCIA f'm (kg/cm²)									130.02
Especificaciones: Los ensayos corresponden a la Norma Técnica E.070 (NTP 399.605)									

Fuente: Elaboración propia

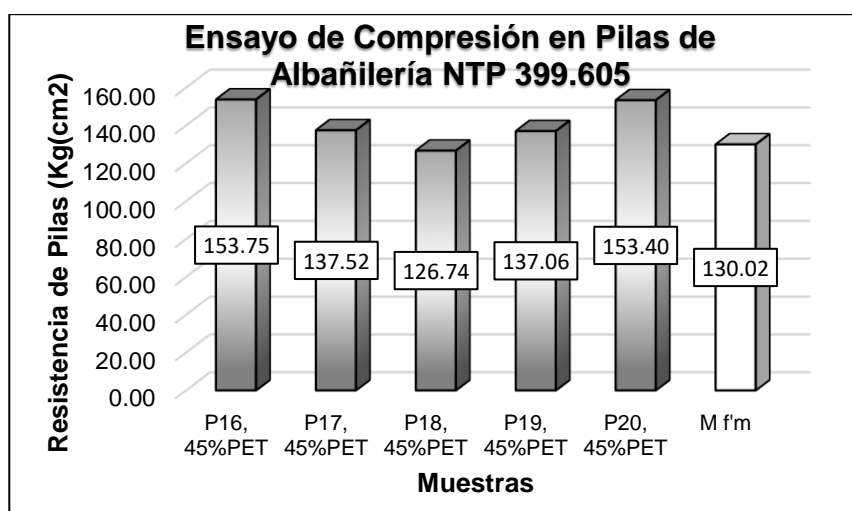


Figura 37: Gráfico comparativo de fm para muestras 45%PET

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para las pilas con 45%PET se obtuvo una resistencia f_m promedio de las 5 muestras de 141.69 kg/cm². Al restar la resistencia promedio con la desviación estándar (11.67kg/cm²) se calculó un f'_m de 130.02 kg/cm². Las pilas con menor y mayor resistencia fueron las muestras “P18, 45%PET” y “P16, 45%PET con 126.74 kg/cm² y 153.75 kg/cm².

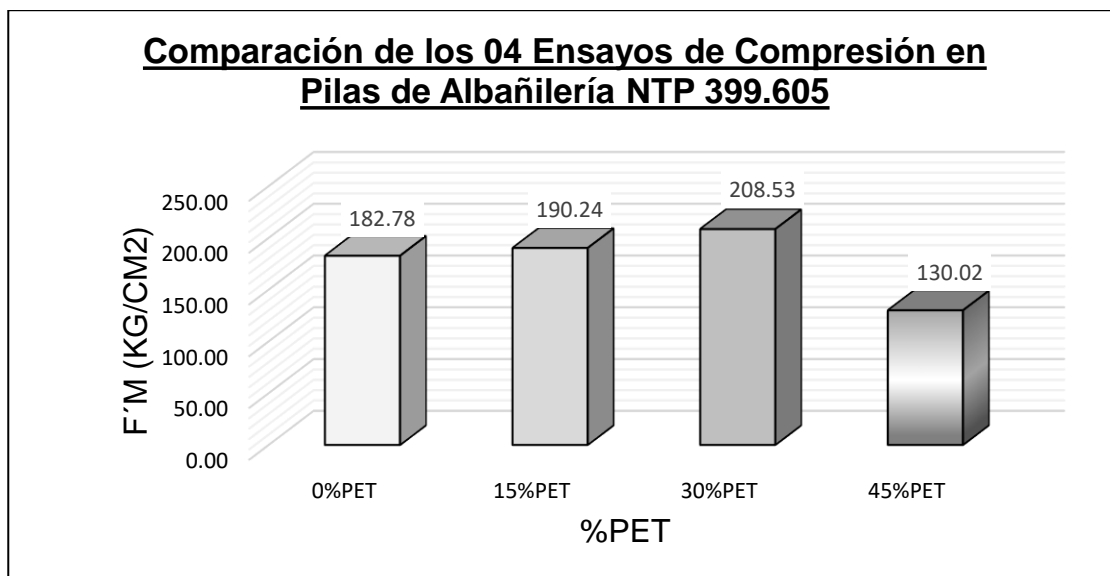


Figura 38: Comparación de los 4 tipos de ensayos de f'_m

Fuente: Elaboración propia

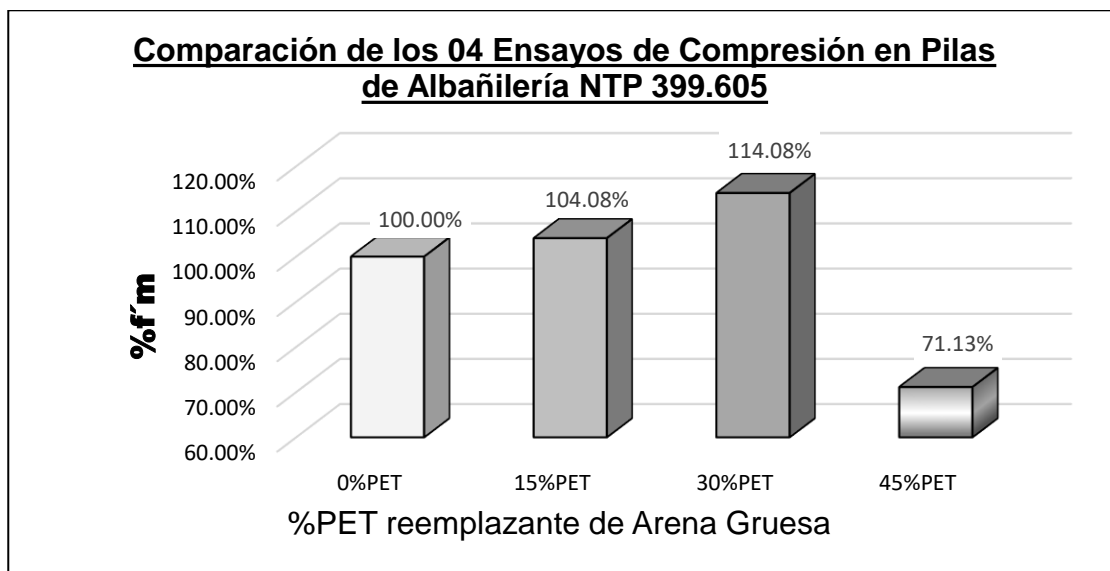


Figura 39: Influencia del PET en el f'_m

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Al reemplazar un 15% de la arena gruesa por PET la resistencia a la compresión de pilas de albañilería aumentó en 4.08%, esto indicó que influye de manera positiva en la resistencia de las pilas de concreto. Cuando la mezcla tuvo

un 30%PET – 70% arena gruesa el f´m se incrementó en un 14.08%. Finalmente cuando se reemplazó un 45% de la arena gruesa por el plástico, el f´m disminuyó considerablemente en 28.87% (de 182.78 kg/cm² a 130.02kg/cm²).

Objetivo 3: Evaluar la aplicación del plástico PET en un 15%, 30%, 45% para determinar la resistencia a la compresión diagonal en muretes de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín – 2021.

Reseña del ensayo V´m. Para este ensayo se fabricaron 180 ladrillos (curados por 28 días), los cuales fueron divididos en 4 grupos de 45 unidades según los distintos porcentajes de plástico PET. Por cada grupo se construyeron 3 muretes de 15 ladrillos cada uno, la dimensión proyectada fue de 60cm de largo, 60cm de alto y 13 cm de espesor. La dosificación del mortero es de 1:4 con respecto al cemento y la arena gruesa, este concreto fue curado por 14 días para adquirir su óptima resistencia. El espesor proyectado de las juntas tanto vertical como horizontal es de 1.5cm. Para la elaboración de los muretes se utilizó la plomada para mantener el eje vertical perpendicular al eje horizontal definido por el cordel. Los muretes están conformados por seis filas de 2.5 ladrillos cada una, para conseguir la mitad de un ladrillo se usó una amoladora con disco de concreto



Figura 40: Falla del murete

Fuente: Cabrera (2018, pág.31)

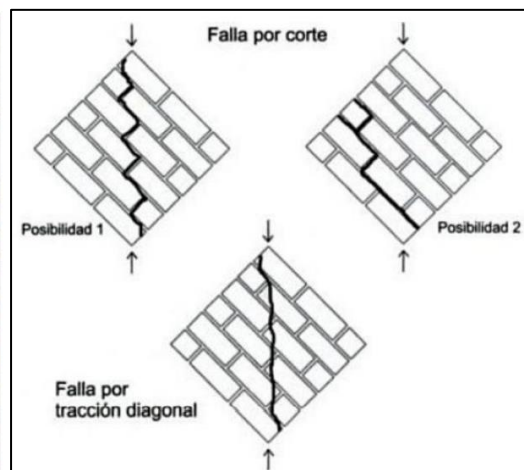


Figura 41: Tipos de falla

Fuente: Echeverría (2017, pág.35)

Pasados los 42 días de curado desde la elaboración de los ladrillos se realizaron los ensayos correspondientes para muretes según la NTP 399.621. Los 12 muretes se colocaron de forma romboidal (se inclinaron 45°) para ser comprimidos en sus vértices superior e inferior por dos cabezales para distribución de carga. El cabezal solo tuvo que abarcar como máximo la primera fila del murete. El ensayo de cada

muestra concluyó cuando aparecieron las primeras fisuras en las juntas del murete. Las fallas por corte se produjeron por los vacíos que tenía el mortero. Otro factor que produjo la falla fue la baja resistencia del mortero comparada con la resistencia a la compresión de los ladrillos. Para calcular la resistencia a la compresión diagonal del murete ($V'm$) se tuvo que contar con las 3 dimensiones del murete y el valor de la carga aplicada (P) en las esquinas de la muestra, estos valores fueron reemplazados en las ecuaciones de la NTP 399.621 para calcular la resistencia al corte en murete.

$$Vm = \frac{0.707P}{Ab}$$

$$Ab = \frac{L+H}{2} \times t$$

Dónde:

Vm : Resistencia a compresión axial (kg/cm²)

Ab : Área bruta del espécimen (cm²)

L : Largo del murete(cm)

H : Altura del murete(cm)

t : Espesor del murete(cm)

Figura 42: Cálculo de Vm

Fuente: Echeverría (2017, pág.55)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot f_i}{N} - \left(\bar{X}\right)^2}$$

$$V'm = X - \sigma$$

$V'm$: Resistencia característica al corte (kg/cm²)

X : Resistencia promedio al corte (kg/cm²)

σ : Desviación estándar (kg/cm²)

Figura 43: Cálculo de $V'm$

Fuente: Echeverría (2017, pág.55)

Luego de calcular la resistencia característica al corte ($V'm$) se comprobó si los valores calculados para cada porcentaje de PET cumplen con los requerimientos de la NTP 399.621. Cualquier resultado para $V'm$ resultó menor que la raíz cuadrada de la resistencia a compresión en pilas.

Evidencia Fotográfica



Figura 44: Fabricación del murete

Fuente: Elaboración propia

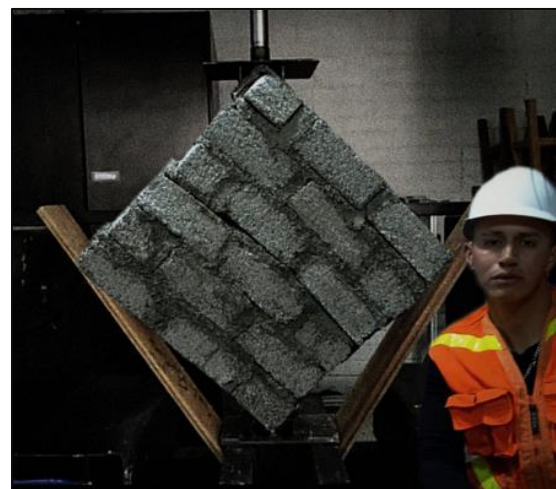



Figura 45: Ensayo del murete

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Ensayos de resistencia al corte en muretes 0%PET (patrón)

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO					
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	LABORATORIO: Guzmán Morán Ingenieros S.A.C. RUC: 20601912547					
	ANÁLISIS DE RESISTENCIA AL CORTE EN MURETES (V'm)					
Nombre de la Muestra:	Muestra Patrón (0%PET)	Hecho por:	Edwar Guzmán Moran			
Fecha:	Viernes, 24 de septiembre del 2021					
Observaciones: La dosificación cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo; 14 días de curado para el mortero. La dimensión mínima del murete según la NTP 399.621 es 600mmx600mm. Según la Norma Técnica E.070, V'm es la resistencia característica de la albañilería al corte						
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	ÁREA (cm²)	CARGA (kg)	Vm(kg/cm²)
MU1, 0%PET	62.22	61.50	13.07	808.51	16569.45960	14.49
MU2, 0%PET	62.75	62.13	13.32	831.70	16003.45008	13.60
MU3, 0%PET	61.18	60.04	12.86	779.44	18437.37869	16.72
Especificaciones: Los ensayos corresponden a la Norma Técnica E.070 (NTP 399.621)			RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm²)		14.94	
			DESVIACIÓN ESTANDAR (kg/cm²)		1.61	
			RESISTENCIA V'm (kg/cm²)		13.33	

Fuente: Elaboración propia

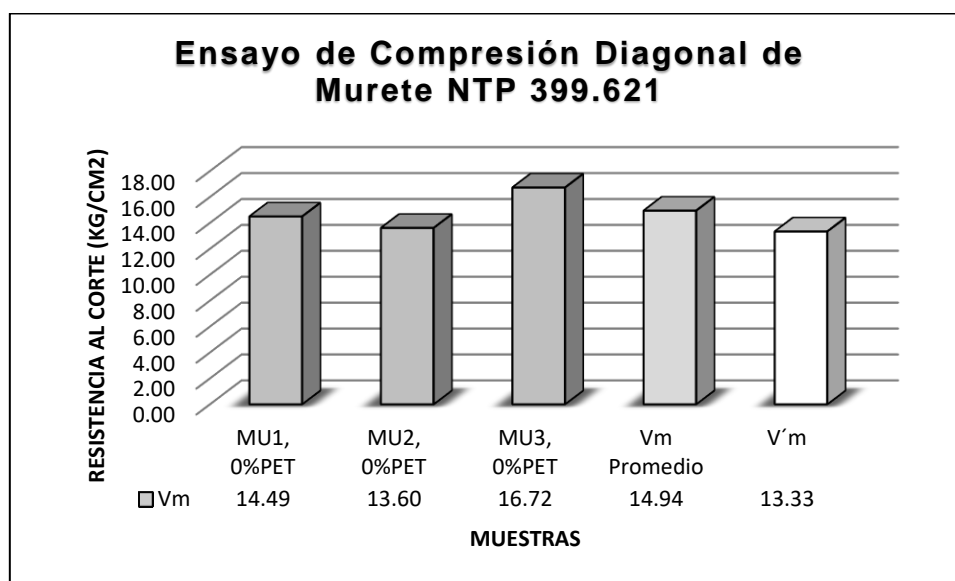



Figura 46: Gráfico comparativo de V'm para muestras con 0%PET

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Luego de medir las dimensiones del murete, se calculó el área bruta de la muestra y se consideró la carga para obtener la resistencia parcial al corte de cada espécimen (Vm).

En el caso de la muestra MU1, 0%PET las dimensiones de este murete fueron 62.22cmx61.50cmx13.07cm. El área se determinó utilizando la segunda ecuación de la figura 42 obteniéndose 808.51cm², sobre esta superficie de contacto se aplicó una carga de 16569.46kg, con estos dos valores se aplicó la primera ecuación de la figura 42 calculándose un V'm de 14.49kg/cm². Para las muestras MU2 y MU3 se utilizó el mismo procedimiento obteniéndose 13.60kg/cm² y 16.72kg/cm² como resistencias a la compresión diagonal. Aplicando las ecuaciones de la figura 43 se determinó que la resistencia característica al corte (13.33kg/cm²) es la diferencia de la resistencia promedio (media aritmética de 14.49, 13.60 y 16.72 kg/cm²) y la desviación estándar (1.61kg/cm²).

Tabla 41: Ensayo de resistencia al corte de las muestras con 15%PET

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO					
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	LABORATORIO: Guzmán Morán Ingenieros S.A.C. RUC: 20601912547					
	ANÁLISIS DE RESISTENCIA AL CORTE EN MURETES (V'm)					
Nombre de la Muestra:	85%Arena gruesa - 15%PET		Hecho por:	Edwar Guzmán Moran		
Fecha:	Viernes, 24 de septiembre del 2021:					
Observaciones: La dosificación cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo; 14 días de curado para el mortero. La dimensión mínima del murete según la NTP 399.621 es 600mmx600mm. Según la Norma Técnica E.070, V'm es la resistencia característica de la albañilería al corte						
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	ÁREA (cm²)	CARGA (kg)	Vm(kg/cm²)
MU4, 15%PET	60.48	62.08	13.00	796.64	14134.56009	12.54
MU5, 15%PET	60.00	60.17	13.29	798.53	12998.45683	11.51
MU6, 15%PET	60.30	61.25	13.00	790.08	15648.70503	14.00
Especificaciones: Los ensayos corresponden a la Norma Técnica E.070 (NTP 399.621)			RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm²)			12.69
			DESVIACIÓN ESTANDAR (kg/cm²)			1.25
			RESISTENCIA V'm (kg/cm²)			11.43

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el dimensionamiento de los muretes se observó una variación con respecto a la muestra proyectada de 60cmx60cmx13cm, la longitud varió 0.48cm, la altura varió 2.08cm y el espesor varió 0.29cm. La muestra MU6 recibió la mayor carga (15648.7kg) ofreciendo el mayor resultado del ensayo de compresión diagonal con un Vm= 14.00kg/cm². Al restar el promedio de la resistencia al corte de las tres muestras (12.69kg/cm²) con la desviación estándar (1.25kg/cm²) se obtuvo una resistencia a la compresión diagonal de 11.43kg/cm². El valor de V'm (11.43kg/cm²) de las muestras con 15% de plástico PET es menor

que la raíz cuadrada de $f'm$ de las pilas con 15% de plástico PET (190.24kg/cm²), entonces se cumple con la especificación 5.1.8 de la Norma Técnica E.070.

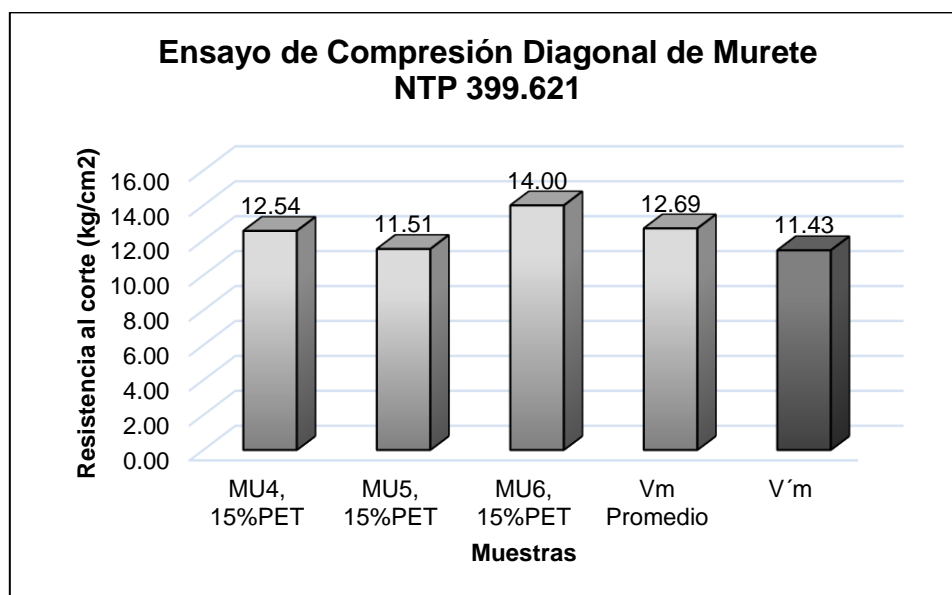



Figura 47: Gráfico comparativo de $V'm$ para muestras con 15%PET

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De los ensayos para muretes con 0%PET se calculó una desviación estándar (1.61kg/cm²) mayor que la desviación de las muestras con 15%PET (1.25kg/cm²). Esto indica que el diseño de mezclas y el dimensionamiento de las muestras con 15%PET se inclinaron más a las especificaciones proyectadas.

Tabla 42: Ensayo de resistencia al corte de las muestras con 30%PET

		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO				
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
		LABORATORIO: Guzmán Morán Ingenieros S.A.C. RUC: 20601912547				
		ANÁLISIS DE RESISTENCIA AL CORTE EN MURETES ($V'm$)				
Nombre de la Muestra:	70%Arena gruesa - 30%PET	Hecho por:	Edwar Guzmán Moran			
Fecha:	Viernes, 24 de septiembre del 2021:					
Observaciones: La dosificación cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo; 14 días de curado para el mortero. La dimensión mínima del murete según la NTP 399.621 es 600mmx600mm. Según la Norma Técnica E.070, $V'm$ es la resistencia característica de la albañilería al corte						
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	Vm(kg/cm ²)
MU7, 30%PET	61.75	60.00	12.78	777.98	10001.00865	9.09
MU8, 30%PET	62.23	60.10	13.33	815.33	10231.75839	8.87
MU9, 30%PET	60.00	60.00	12.85	771.00	12343.29000	11.32
Especificaciones: Los ensayos corresponden a la Norma Técnica E.070 (NTP 399.621)			RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm²)		9.76	
			DESVIACIÓN ESTANDAR (kg/cm²)		1.35	
			RESISTENCIA $V'm$ (kg/cm²)		8.41	

Fuente: Elaboración propia

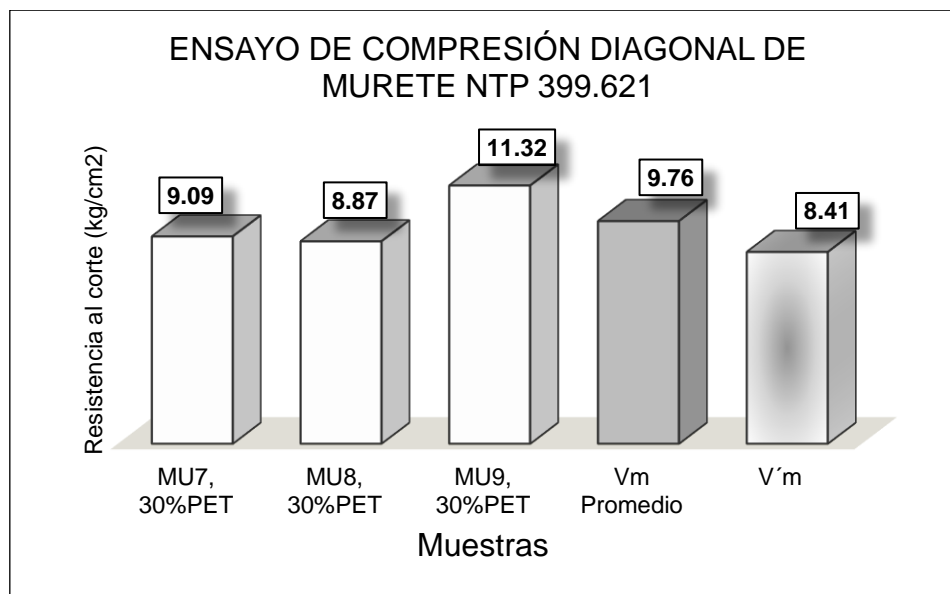



Figura 48: Gráfico comparativo de V'm para muestras con 30%PET

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El murete que soportó la mayor carga fue el MU9, en esta muestra se aplicó una fuerza de 12343.29 kg que produjo un Vm de 11.32kg/cm². La muestra con el mortero (juntas) menos resistente fue la MU7 por tener una resistencia al corte de 9.09kg/cm². La resistencia a la compresión diagonal para muretes con 30% de PET en los ladrillos fue 8.41 kg/cm².

Tabla 43: Ensayo de resistencia al corte de las muestras con 45%PET

		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO				
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
		LABORATORIO: Guzmán Morán Ingenieros S.A.C. RUC: 20601912547				
		ANÁLISIS DE RESISTENCIA AL CORTE EN MURETES (V'm)				
Nombre de la Muestra:	55%Arena gruesa - 45%PET	Hecho por:	Edwar Guzmán Moran			
Fecha:	Viernes, 24 de septiembre del 2021:					
Observaciones: La dosificación cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo; 14 días de curado para el mortero. La dimensión mínima del murete según la NTP 399.621 es 600mmx600mm. Según la Norma Técnica E.070, V'm es la resistencia característica de la albañilería al corte						
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	Vm(kg/cm ²)
MU10, 45%PET	61.75	60.00	13.00	791.38	6545.45330	5.85
MU11, 45%PET	62.52	64.66	13.00	826.67	8472.45003	7.25
MU12, 45%PET	61.16	61.50	13.00	797.29	8956.99923	7.94
Especificaciones: Los ensayos corresponden a la Norma Técnica E.070 (NTP 399.621)			RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm²)			7.01
			DESVIACIÓN ESTANDAR (kg/cm²)			1.07
			RESISTENCIA V'm (kg/cm²)			5.95

Fuente: Elaboración Propia

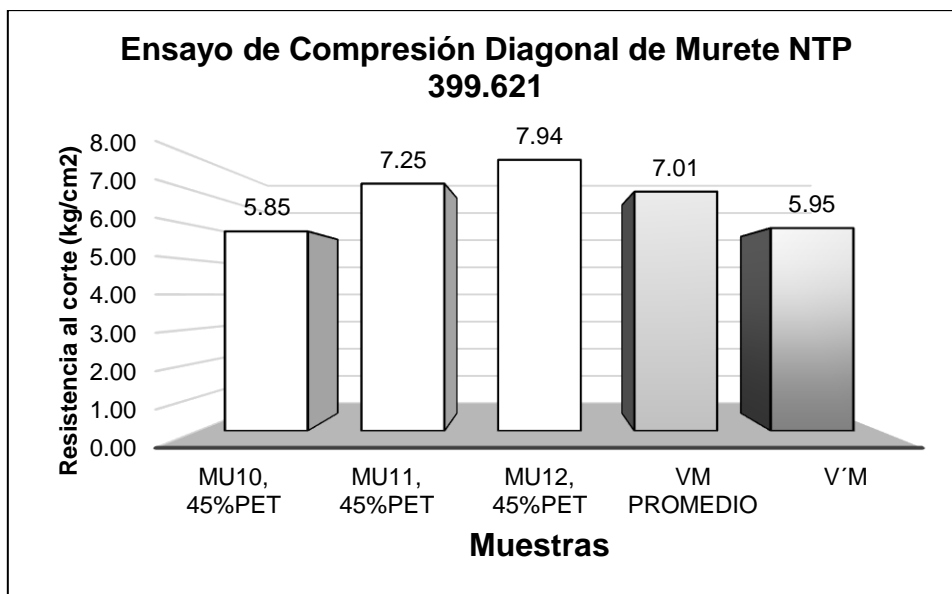


Figura 49: Gráfico comparativo de V'm para muestras con 45%PET

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los muretes que soportaron la menor y mayor carga en sus esquinas fueron el MU10 y MU12, en estas muestras se aplicaron fuerzas de 6545.45kg y 8957kg que produjeron resistencias al corte de 5.85kg/cm² y 7.94kg/cm². La resistencia a la compresión diagonal para muretes con 45% de PET en los ladrillos fue 5.95 kg/cm², esta fue calculada al restarle la desviación estándar (1.07kg/cm²) a la resistencia promedio (7.01kg/cm²). De los 4 ensayos (0%, 15%, 30% y 45% de plástico PET), este es el ensayo con menor desviación estándar, esto indica que las resistencias tienden a estar agrupadas cerca del Vm promedio.

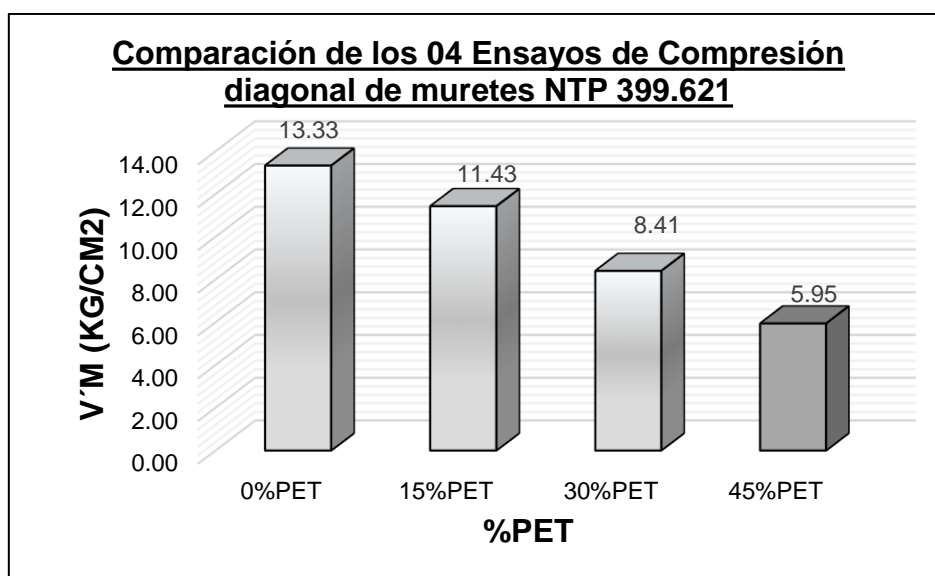


Figura 50: Gráfico comparativo de los 4 tipos de ensayos de V'm

Fuente: Elaboración propia

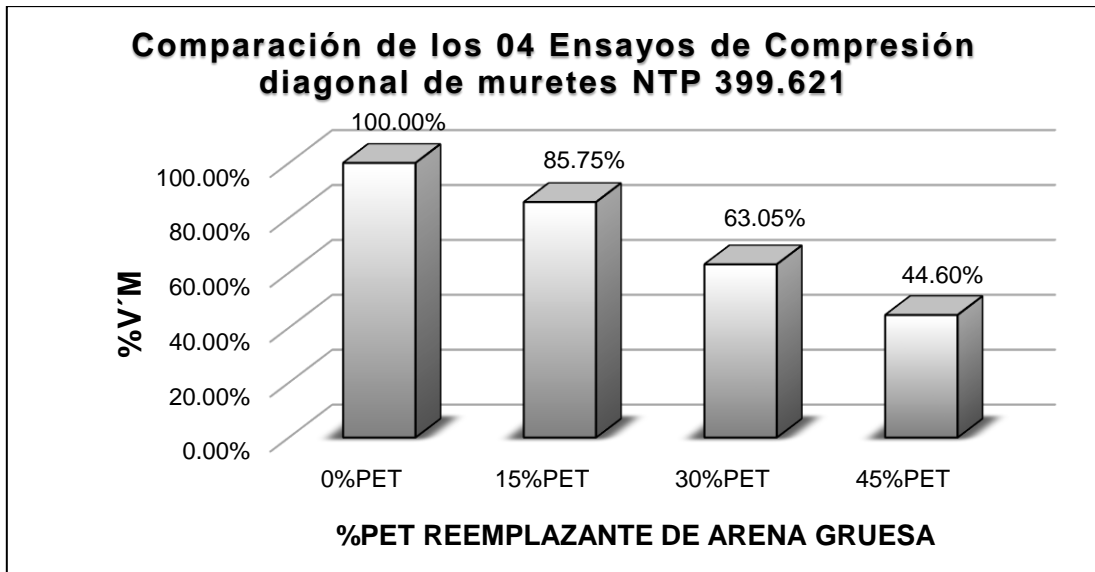


Figura 51: Gráfico de la Influencia del PET en el V'm

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Al reemplazar un 15% de la arena gruesa por PET la resistencia a la compresión diagonal de muretes (V'm) disminuyó un 14.25%, esto indicó que influye de manera negativa en la resistencia al corte de muretes. Cuando la mezcla tuvo un 30%PET – 70% arena gruesa el V'm descendió un 36.95%. Finalmente, cuando se reemplazó un 45% de la arena gruesa por plástico, el V'm se redujo considerablemente un 55.40% (de 13.33 kg/cm² a 5.95kg/cm²).

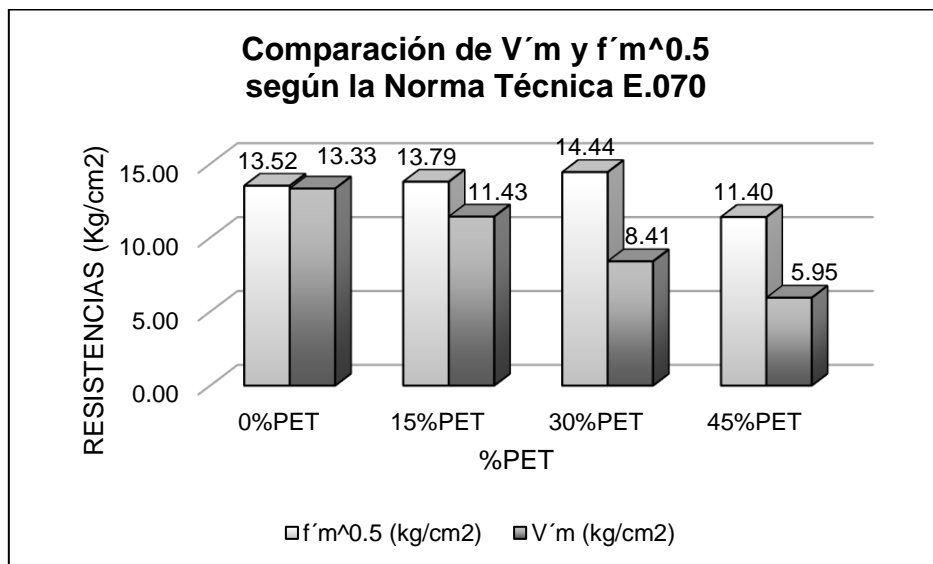


Figura 52: Gráfico comparativo de V'm y la raíz cuadrada de f'm

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para todos los porcentajes de PET el V'm es menor que f'm^{0.5}, por lo tanto, se cumple con la especificación 5.1.8 de la Norma técnica E.070.

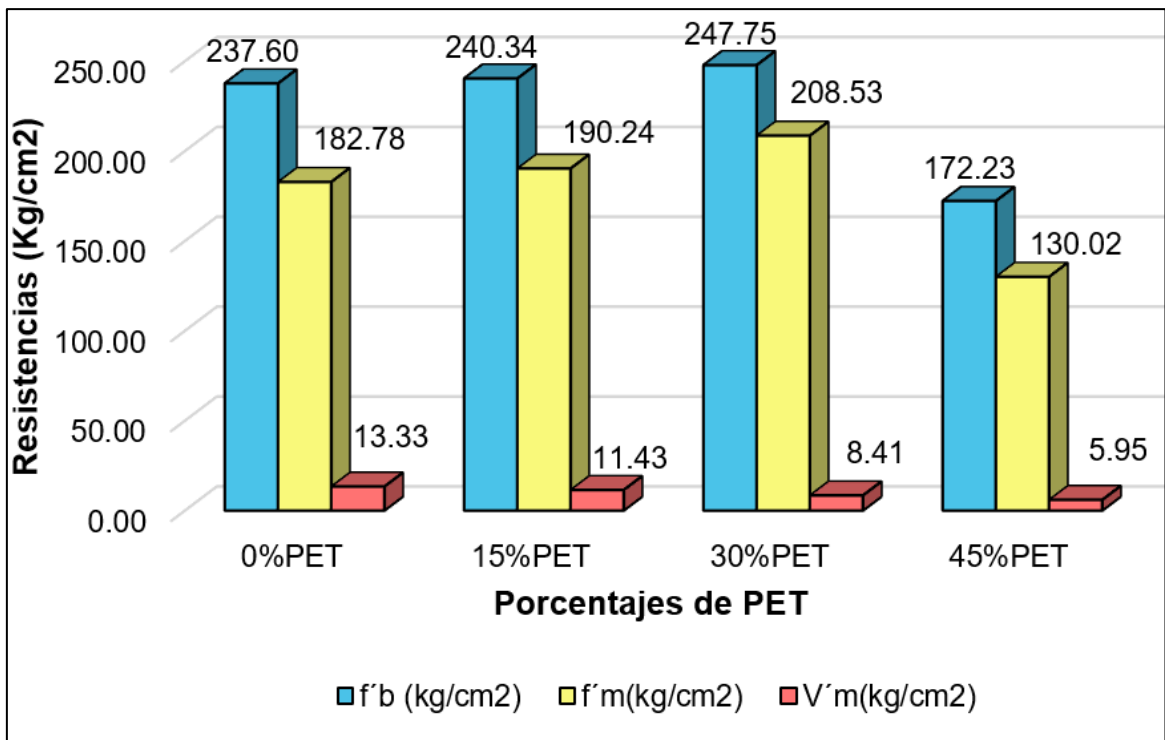


Figura 53: Gráfico comparativo de la Influencia del PET en $f'c$, $f'm$ y $V'm$

Fuente: Elaboración propia

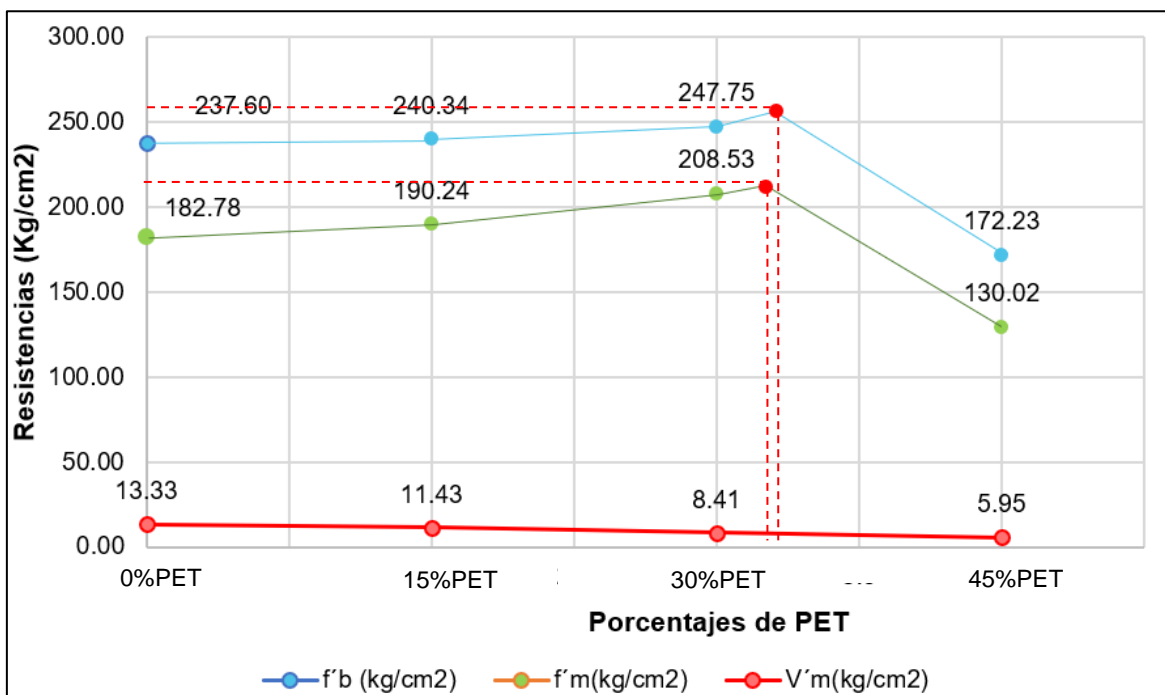


Figura 54: Gráfico de ubicación de los puntos óptimos de resistencia

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En ambos gráficos se apreció la existencia de porcentajes distintos a 15%, 30% y 45%, que mejoran las propiedades mecánicas de las muestras.

V. DISCUSIÓN

Objetivo 1: Determinar la influencia del plástico PET en la resistencia a la compresión de unidades de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín – 2021.

Antecedente: Angumba (2016) en su tesis, para la fabricación de ladrillos no portantes, reemplazó porcentajes de 10%, 25%, 40%, 55%, 65% y 70% del peso del árido fino por plástico PET pulverizado sin alterar la dosificación 1:2 del cemento y el agregado. Para un 10%PET la resistencia $f'b$ disminuyó un 0.68% con respecto al ladrillo patrón 0%PET (de 240.59 kg/cm² a 238.96 kg/cm²), para un 25%PET la resistencia $f'b$ aumentó un 11.15% (de 240.59 kg/cm² a 267.41 kg/cm²), finalmente para un 40% el $f'b$ se incrementó un 8.34% (de 240.59 kg/cm² a 260.65 kg/cm²). De estos resultados el porcentaje de PET más favorable es el 25%.

Resultados: en la presente investigación, al reemplazar un 15% de la arena gruesa por PET la resistencia a la compresión de unidades de albañilería aumentó un 1.15% (de 237.60 kg/cm² a 240.34kg/cm²), esto indicó que influye de manera positiva en la dosificación para la fabricación ladrillos. Cuando la mezcla tuvo un 30%PET – 70% arena gruesa el $f'b$ se incrementó un 4.27% (de 237.60 kg/cm² a 247.75kg/cm²). Finalmente cuando se reemplazó un 45% de la arena gruesa por el plástico, el $f'b$ disminuyó considerablemente un 27.51% (de 237.60 kg/cm² a 172.23kg/cm²). De los datos obtenidos de los ensayos el porcentaje de PET más favorable es el 30%.

Comparación: Según los antecedentes, existe un rango de porcentajes de plástico que incrementa la resistencia a la compresión del ladrillo, sin embargo, a medida que se reemplaza la arena gruesa con porcentajes mayores que los 3 iniciales (10%, 25% y 40%) la resistencia desciende, lo mismo sucede para esta investigación, se comprobó que al reemplazar un 15% y 30% del peso de la arena gruesa por PET el $f'b$ se incrementa, pero cuando se utiliza un 45%PET el $f'b$ disminuye. Entonces los resultados de la investigación son similares a los antecedentes.

Objetivo 2: Determinar la influencia del plástico PET en la resistencia a la compresión de pilas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín – 2021.

Antecedente: Echeverría (2017) en su tesis, para la fabricación de ladrillos no portantes, reemplazó porcentajes de 0%, 3%, 6% y 9% del peso del agregado (arena gruesa y confitillo) por plástico PET en hojuelas sin alterar la dosificación del cemento y el agregado. Para un 3%PET la resistencia a la compresión en pilas (f'm) aumentó un 7.83% con respecto al ladrillo patrón 0%PET (de 118.55 kg/cm² a 127.83 kg/cm²), para un 6%PET la resistencia f'm incrementó un 2.73% (de 118.55 kg/cm² a 121.79 kg/cm²), finalmente para un 9%PET el f'm se redujo un 18.39% (de 118.55 kg/cm² a 96.75 kg/cm²). De estos resultados el porcentaje de PET más favorable fue el 3%PET por tener un incremento mayor al del 6%.

Resultados: en la presente investigación, al reemplazar un 15% de la arena gruesa por PET la resistencia a la compresión de pilas de albañilería aumentó un 4.08% (de 182.78 kg/cm² a 190.24kg/cm²), esto indicó que influye de manera positiva en la dosificación para la fabricación ladrillos. Cuando la mezcla tuvo un 30%PET – 70% arena gruesa el f'm se incrementó un 14.08% (de 182.78 kg/cm² a 208.53kg/cm²). Finalmente cuando se reemplazó un 45% de la arena gruesa por el plástico, el f'm disminuyó considerablemente un 28.87% (de 182.78 kg/cm² a 130.02kg/cm²). De los datos obtenidos de los ensayos el porcentaje de PET más favorable es el 30%.

Comparación: Con las hojuelas de plástico para ladrillos de concreto vibrado (de los antecedentes) se obtuvieron 2 resultados positivos y uno negativo al igual que la presente investigación. En ambas investigaciones existe similitud de resultados porque a medida que aumenta la presencia del PET en porcentajes considerables la resistencia a la compresión en pilas (f'm) disminuye, sin embargo, las dos primeras propuestas (Antecedente: 3%-6%, Presente Investigación: 15%-30%) superan la resistencia de la muestra patrón.

Objetivo 3: Determinar la influencia del plástico PET en la resistencia a la compresión diagonal en muretes de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín – 2021.

Antecedente: Echeverría (2017), para la fabricación de unidades de albañilería, reemplazó porcentajes de 0%, 3%, 6% y 9% del peso del agregado (arena gruesa y confitillo) por plástico PET en hojuelas sin modificar la proporción entre el cemento y el agregado. Luego de elaborar los ladrillos, se construyó los muretes (muestras) de la investigación, los cuales fueron sometidos a ensayos de laboratorio, con el objetivo de evaluar su resistencia a la compresión diagonal (V'm). Para un 3%PET

la resistencia a la compresión diagonal del murete ($V'm$) disminuyó un 22.10% con respecto al murete patrón 0%PET (de 16.47 kg/cm² a 12.83 kg/cm²), para un 6%PET la resistencia $V'm$ se redujo un 20.04% (de 16.47 kg/cm² a 13.17 kg/cm²), finalmente para un 9%PET el $V'm$ se redujo un 39.53% (de 16.47 kg/cm² a 9.96 kg/cm²). La influencia del PET disminuyó la resistencia a la compresión diagonal.

Resultados: en la presente investigación, al reemplazar un 15% de la arena gruesa por PET la resistencia a la compresión diagonal del murete se redujo ($V'm$) un 14.25% (de 13.33kg/cm² a 11.43kg/cm²). Cuando la mezcla del ladrillo tuvo un 30%PET – 70% arena gruesa el $V'm$ bajó un 36.95% (de 13.33 kg/cm² a 8.41kg/cm²). Finalmente cuando se reemplazó un 45% de la arena gruesa por el plástico, el $V'm$ disminuyó considerablemente un 55.4% (de 13.33 kg/cm² a 5.95kg/cm²). Ninguno de los 03 porcentajes mejoró la resistencia a la compresión diagonal de los muretes, esto indica que la hipótesis no fue correcta.

Comparación: con las hojuelas del plástico PET de los antecedentes no se superó la resistencia a la compresión diagonal de la muestra patrón, por el contrario, influyó negativamente a esta propiedad. Y en la presente investigación, tampoco se logró mejorar la resistencia al corte de muretes, a pesar que se incrementaba el peso del plástico PET como reemplazante de la arena gruesa, los valores de $V'm$ continuaban descendiendo de manera considerable.

VI. CONCLUSIONES

Evaluar la influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín – 2021.

Objetivo general, Se evaluó que, la influencia del plástico PET mejora las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto que representan las unidades de albañilería encontradas en Buena Vista, Lurín, observando su evaluación en tres tipos de resistencias: 1) al amplificar la resistencia a la compresión de unidades de ladrillos de concreto; 2) al incrementar la resistencia a la compresión de pilas de ladrillos de concreto y 3) al aumentar la resistencia al corte en muretes de ladrillos de concreto.

Objetivo específico 1, Se estableció la dependencia del porcentaje de PET en la resistencia a la compresión de unidades de ladrillos de concreto (f'_{b}), ya que influyó en el incremento de 4.27% de la resistencia del ladrillo patrón, pasando de 237.60kg/cm² a 247.75kg/cm² mediante el reemplazo de un 30% del peso de la arena gruesa por plástico PET. Por lo tanto, la influencia de mejora está directamente relacionada con los porcentajes propuestos, con respecto a la resistencia a la compresión de unidades de ladrillos de concreto (f'_{b}), el cual queda comprobada.

Objetivo específico 2, Se estableció la dependencia del porcentaje de PET en la resistencia a la compresión de pilas de ladrillos de concreto (f'_{m}), ya que influyó en el incremento de 14.08% de la resistencia la pila patrón, pasando de 182.78kg/cm² a 208.53kg/cm² mediante el reemplazo de un 30% del peso de la arena gruesa por plástico PET. Por lo tanto, la influencia de mejora está directamente relacionada con los porcentajes propuestos, con respecto a la resistencia a la compresión de pilas de ladrillos de concreto (f'_{m}), el cual queda comprobada.

Objetivo específico 3, No se estableció la dependencia del plástico PET en el ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de concreto; con porcentajes de 15%, 30% y 45% de plástico PET la resistencia al corte del murete patrón(13.33kg/cm²) disminuyó un 14.25% (11.43kg/cm²), un 36.95%(8.41kg/cm²) y un 55.40% (5.95kg/cm), por lo tanto, la influencia del plástico PET es negativa en los porcentajes propuestos, respecto al ensayo de compresión diagonal de murete.

VII. RECOMENDACIONES

Objetivo específico 1, En la presente investigación al utilizar porcentajes de plástico PET, que iban del 15% al 30% como reemplazante del árido fino, se obtuvieron resistencias a la compresión de unidades de ladrillos de concreto ($f'b$) mayores a la muestra patrón, sin embargo, al utilizar un 45% de plástico PET como agregado la resistencia fue menor que la del patrón; por lo que, se recomienda emplear el plástico PET solo hasta un 33.13% que es el óptimo calculado matemáticamente y que producirá la máxima resistencia proyectada a la compresión de 252.35 Kg/cm².

Objetivo específico 2, En la presente investigación al utilizar porcentajes de plástico PET, que iban del 15% al 30% como reemplazante del árido fino, se obtuvieron resistencias a la compresión de pilas de ladrillos de concreto ($f'm$) mayores a la muestra patrón, sin embargo, al utilizar un 45% de plástico PET como agregado la resistencia fue menor que la del patrón; por lo que, se recomienda emplear el plástico PET solo hasta un 32.56% que es el óptimo calculado matemáticamente y que producirá la máxima resistencia proyectada a la compresión de 211.08 Kg/cm².

Objetivo específico 3, En la presente investigación al elegirse porcentajes del plástico PET que iban desde un 15% hasta un 45% como reemplazantes del peso de la arena gruesa se obtuvo una disminución de la resistencia a la compresión diagonal de muretes de concreto ($V'm$); para continuar con otras investigaciones, se recomienda disminuir las cantidades de plástico en las proporciones de la mezcla.

REFERENCIAS

1. WELLE, F. *The Facts about PET*. Freising: Fraunhofer Institute for Process Engineering and Packaging (IVV), 2018, pag 1
2. UMASABOR, R. y DANIEL, S. *The effect of using polyethylene terephthalate as an additive on the flexural and compressive strength of concrete*. Benin City: University of Benin, 2020, pag 3
3. PHAIJU, S. y MAN, P. *Experimental work for mechanical properties of brick and masonry panel*. Bhaktapur: Department of Civil Engineering, Khwopa Engineering College, 2018, pag. 51
4. RAVI, P. *Studies on mechanical properties of brick masonry*. Rourkela: National Institute of Technology Rourkela, 2015, pag 9
5. ANGUMBA, P. *Ladrillos elaborados con plástico reciclado (PET), para mampostería no portante*. Cuenca: Universidad de Cuenca, 2016
6. ROJAS, E. y RUEDA, R. *Análisis del comportamiento mecánico de ladrillos estructurales utilizando el polipropileno de materiales plásticos reciclables*. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana, 2014
7. REYES, C. *El PET como sistema alternativo para la construcción de muros en la vivienda*. México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2013
8. ECHEVERRÍA, E. *Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017
9. QUEVEDO, E. *Influencia de las unidades de albañilería tipo PET sobre las características técnicas y económicas de viviendas ecológicas para la zona de expansión del distrito de Nuevo Chimbote, Ancash*. Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2017
10. CHINO, L. *Elaboración de ladrillos ecológicos a a base de plásticos PET reutilizados y aserrín de la especie huayruro (ormosia coccinea) de las industrias madereras en Ucayali, Perú*. Ucayali: Universidad Nacional de Ucayali, 2020
11. KUSIMWIRAGI, K. *Investigating the compressive strenght of plastic bottles as masonry*. Ktosi: Uganda Martyrs University, 2011
12. BHUSHALIAH, R. *Study of Plastic Bricks Made From Waste Plastic*. Ongole: Department of Civil Engineering, Pace Institute of Technology & Sciences, Ongole, 2019

13. KIRUBAKARANI, K. *Utilisation of waste plastic in manufacturing of bricks and paver blocks*. Coimbatore: Department of Civil Engineering, Sri Ramakrishna Institute of technology, 2016
14. DI MARCO, R. y LEÓN, H. *Ladrillos con adición PET. Una solución amigable para núcleos rurales del municipio de Socorro*. Bucaramanga: Universidad de Santander, 2017
15. PIÑEROS, M. y HERRERA, R. *Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2018
16. PIN, J. *Prototipo para un bloque de encastre en base (PET) para aplicación en una vivienda planta baja*. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, 2019
17. BIANUCCI, M. *El ladrillo – Orígenes y desarrollo*. Chaco: FAU – UNNE, 2009, pag 3
18. GONZÁLEZ, J. *Estudio del mortero de pega usado en el cantón Cuenca. Propuesta de mejora, utilizando adiciones de cal*. Cuenca: Universidad de Cuenca, 2016, pag 16
19. LACHOS, R. *Determinación de la calidad de ladrillos ecológicos con diferentes proporciones de plástico PET y escombros*. Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2020, pag 18
20. BOLAÑOS, J. *Reciclado de plástico PET*. Arequipa: Universidad Católica San Pablo, 2019, pag 18
21. PROWSE, D. *The Calibration of Balances*. Canberra: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 1985, pag 1
22. SINGH, A. y KANSAL, R. *PET Bottles as Sustainable Building Material: A Step Towards Green Building Construction*. Gwalior: Madhav Institute of Technology & Science, 2014, pag 1
23. *Norma técnica E.070 albañilería*. Lima: Sensico, 2006, pag 25
24. DEL ZOPPO, M. *Diagonal compression testing of masonry panels with irregular texture strengthened with inorganic composites*. Naples: Department of Structures for Engineering and Architecture, University of Naples Federico II, 2020, pag 1

25. PÉREZ, H. *Determinación de la resistencia a compresión diagonal y el módulo de cortante de la mampostería de bloques huecos de concreto elaborados artesanalmente en la ciudad de Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2015, pag 28
26. PELÁ, L. *Compression test of masonry core samples extracted from existing brickwork*. Cataluña: Universidad Politecnica de Cataluña, 2016, pag 5
27. FEDOROVA, E. *Granulometric analysis of the Anapa bay-bar sediments (the Black Sea, Russia)*. Moscow: Shirshov Institute of Oceanology, 2018, pag 13
28. JOHNSON, C. *An Evaluation of the Water Absorption and Density Properties of Expanded Polystyrene Sanded Concrete*. Abuja: Department of Civil Engineering, University of Abuja, 2018, pag 528
29. RAHMAN, S. *Effects on Properties of Coarse Aggregate with Respect to Different Sources*. Chittagong: University Bangladesh, 2020, pag 94
30. NICOMEDES, E. *Tipos de investigación*. Lima: Universidad Santo Domingo de Guzmán, 2018, pag 3
31. HERNÁNDEZ, R. *Metodología de la investigación*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A, 2015, pag 151
32. MATTHEWS, N. *Measurement, Levels of*. Indiana: The Media School, Indiana University, 2017, pag 6
33. LUGO, J. *Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET*. Bogota: Universidad Católica de Colombia, 2019, pag 27
34. HUAMANI, M. y SOLIS, S. *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de arcilla maciza adicionadas con diatomita del yacimiento de San Juan de Tarucani, Arequipa 2020*. Arequipa: Universidad Continental, 2020, pag 25
35. LÓPEZ, P. *Población, muestra y muestreo*. Cochabamba: SCIELO, 2004, pag 69
36. TOLEDO, N. *Técnicas de investigación cualitativas y cuantitativas – población y muestra*. Ciudad de México: Universidad Autónoma del Estado de México, 2017, pag 6

37. OTZEN, T. y MANTEROLA, C. *International Journal of Morphology: Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio*. Arica: Universidad de Tarapacá, 2017, pag 228
38. Sajjad, S. *Methods of data collection*. Ciudad de Perth: Universidad John Curtin, 2018, pag 202
39. EWEN, A. *Research Professionals Network Workshop Series*. Maryland: U.S. Department of Health and Human Services, 2018, pag 4
40. KUBAI, E. *Reliability and Validity of Research Instruments*. Zambia: UNICAF University, 2019, pag 2
41. TAHERDOOST, H. *Validity and Reliability of the Research Instrument; How to Test the Validation of a Questionnaire/Survey in a Research*. Switzerland: International Journal of Academic Research in Management, 2016, pag
42. DIAZ, L. *La observación*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2011, pag 8
43. MIRANDA, A. *Plagio y ética de la investigación científica*. Santiago de Chile: Universidad de los Andes, 2013, pag 725

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	METODOLOGÍA
V. INDEPENDIENTE	PLÁSTICO PET	Según Lugo (2019, pag. 27). Está caracterizado por tener una alta resistencia al desgaste, así como también un alto grado de pureza y tenacidad. Posee resistencia a los sulfatos y a la humedad, además de presentar propiedades de transparencia. Se clasifica por su peso molecular y su cristalinidad.	Para mejorar las propiedades mecánicas del ladrillo de concreto, el plástico PET reemplaza en porcentajes de 15%, 30% y 45% el peso de la arena gruesa, empleándose para ello 04 dosificaciones de concreto siguientes: N, N+15%, N+30% y N+45%.	DOSIFICACIÓN POR PESO DE ARENA GRUESA	15%	RAZÓN	<p>Método: Científico Tipo de Investigación: Tipo Aplicada Nivel de Investigación: Explicativa (Causa Efecto) Diseño de Investigación: Experimental (Cuasi) Enfoque: Cuantitativo Población: Todos los ladrillos de concreto ensayados en el laboratorio</p> <p>Muestra: 20 Muestras f'b 20 Muestras f'm 12 Muestras V'm</p> <p>Muestreo: No Probabilístico Técnica: Observación Directa</p> <p>Instrumento de la investigación: Ficha Recolección de Datos Ficha Resultados de Laboratorio Según NTP</p>
					30%		
					45%		
V. DEPENDIENTE	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LADRILLOS DE CONCRETO	Según Huamani y Solis (2020, pag. 25). Expresan el comportamiento ante la aplicación de cargas externas. La resistencia a la compresión es la propiedad más importante de las unidades de ladrillos. Con los ensayos de esfuerzo a compresión se puede analizar otras propiedades de manera cualitativa.	Las mezclas con dosificaciones 1:2 (cemento:arena) se combinan con el plástico PET granulado, para mejorar las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto. Mediante los ensayos de laboratorio se mide la calidad de las muestras con el fin de evaluar el aumento de la resistencia a la compresión de unidades de ladrillos, el incremento de la resistencia a compresión de pilas de ladrillos y la amplificación de la resistencia a la compresión diagonal en muretes. Finalmente los resultados obtenidos se procesan en formatos y fichas técnicas según la NTP.	PROPIEDADES MECÁNICAS	Resistencia a la compresión de unidades de ladrillos (Kg/cm ²)	RAZÓN	
					Resistencia a la compresión de pilas de ladrillos (Kg/cm ²)	RAZÓN	
					Resistencia a la compresión diagonal de muretes (Kg/cm ²)	RAZÓN	

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
P. General	O. General	H. General	INDEPENDIENTE			
¿De qué manera influye el Plástico PET en porcentajes de 15%, 30% y 45% en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021?	Evaluar la influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021	La incorporación del plástico PET en porcentajes de 15%, 30% y 45% mejora las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021.	PLÁSTICO PET	DOSIFICACIÓN POR PESO DE ARENA GRUESA	15%	Ficha Recolección de Datos Anexo 3
					30%	Ficha Recolección de Datos Anexo 3
					45%	Ficha Recolección de Datos Anexo 3
P. Específico	O. Específico	H. Específico	DEPENDIENTE			
¿Cuánto influye el plástico PET en la resistencia a la compresión de unidades de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021?	Determinar la influencia del plástico PET en la resistencia a la compresión de unidades de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buenas Vista, Lurín - 2021	La incorporación del plástico PET aumenta la resistencia a la compresión de unidades de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LADRILLOS DE CONCRETO	PROPIEDADES MECÁNICAS	Resistencia a la compresión de unidades de ladrillos (Kg/cm ²)	Ficha Resultado de Laboratorio según NTP 399.613 Anexo 4-D
					Resistencia a la compresión de pilas de ladrillos (Kg/cm ²)	Ficha Resultado de Laboratorio según NTP 399.605 Anexo 4-H
					Resistencia a la compresión diagonal de muretes (Kg/cm ²)	Ficha Resultado de Laboratorio según NTP 399.621 Anexo 4-L
¿Cuánto influye el plástico PET en la resistencia a la compresión de pilas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021?	Determinar la influencia del plástico PET en la resistencia a la compresión de pilas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021	La incorporación del plástico PET incrementa la resistencia a la compresión de pilas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021.				
¿Cuánto influye el plástico PET en la resistencia a la compresión diagonal en muretes de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021?	Determinar la influencia del plástico PET en la resistencia a la compresión diagonal en muretes de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021	La incorporación del plástico PET amplifica la resistencia a la compresión diagonal en muretes de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021				

ANEXO 3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Plástico PET

“Influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021”

Parte A: Datos generales

Tesista: Lopez Solano, Gustavo Andree




Fecha: Lima, 27 de septiembre del 2021

Parte B: Plástico PET

15%	OK
30%	OK
45%	OK

Tesis: Angumba, P. (2016) Plástico PET: **10%, 25%, 40%**

Tesis: Echeverría, E. (2017) Plástico PET: **3%, 6%, 9%**

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO		
Apellidos: Velazquez Torres Nombres: Ronald Henry Título: Ingeniero Civil Grado: Bachiller N° Reg. CIP: 237842 Firma:  VELASQUEZ-TORRES RONALD HENRY INGENIERO CIVIL CIP N° 237842	Apellidos: Reyes Oyardo Nombres: Christian Antonio Título: Ingeniero Civil Grado: Bachiller N° Reg. CIP: 238828 Firma:  CHRISTIAN ANTONIO REYES OYARDO Ingeniero CIVIL CIP N° 238828	Apellidos: Rendon Tohalino Nombres: Jose Luis Título: Ingeniero Civil Grado: Bachiller N° Reg. CIP: 195763 Firma:  JOSE LUIS RENDON TOHALINO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 195763

ANEXO 4: FICHAS DE RESULTADOS DE LABORATORIO

ANEXO 4-A: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM C-136, NTP 400.012)

PROYECTO : "Influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021"

SOLICITANTE : Lopez Solano, Gustavo Andree

UBICACIÓN : Lurín - Lima

Cantera : --

Material : Agregado Fino

Muestra : M - 1

Profundidad (m) : Acopio

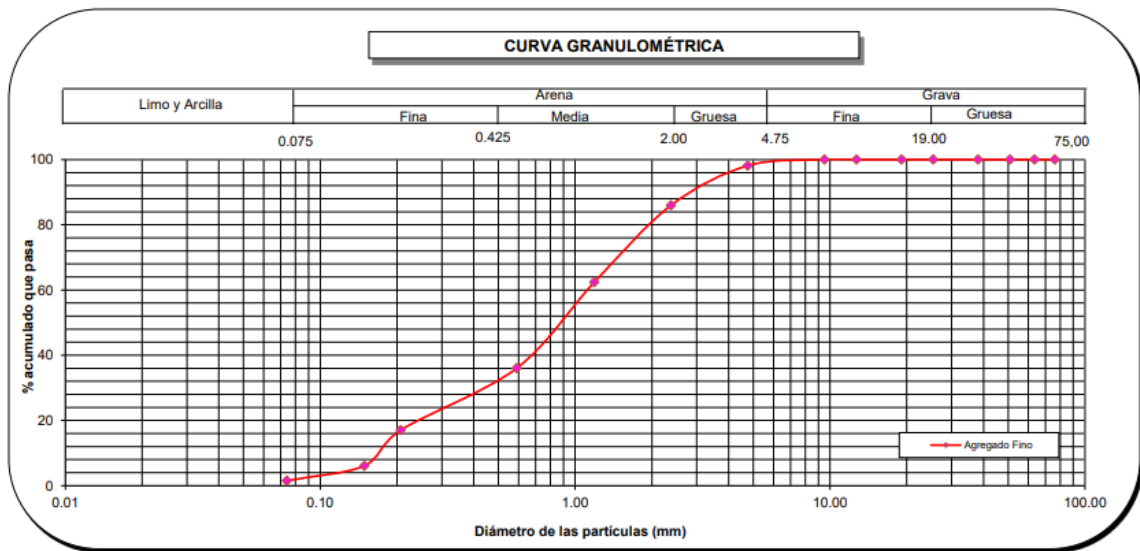
Fecha: Octubre - 2021

PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Tamiz		Acumulado		% Retenido en cada tamiz
	N°	Abertura (mm)	% que pasa	% retenido	
	3"	76.200	100.0	0.0	0.0
	2 1/2"	63.500	100.0	0.0	0.0
	2"	50.800	100.0	0.0	0.0
	1 1/2"	38.100	100.0	0.0	0.0
	1"	25.400	100.0	0.0	0.0
	3/4"	19.100	100.0	0.0	0.0
	1/2"	12.700	100.0	0.0	0.0
	3/8"	9.520	100.0	0.0	0.0
	N° 4	4.760	98.2	1.9	1.9
	N° 8	2.380	86.0	14.0	12.2
	N° 16	1.190	62.4	37.6	23.6
	N° 30	0.590	36.0	64.0	26.4
	N° 50	0.207	17.1	82.9	19.0
	N° 100	0.149	6.1	93.9	11.0
	N° 200	0.074	1.5	98.5	4.6

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)		
Peso de tara	(g)	153.7
Peso tara + suelo humedo	(g)	1475.3
Peso tara + suelo seco	(g)	1443.3
Peso del agua	(g)	32.0
Peso del suelo seco	(g)	1289.6
Cotenido de Humedad (%)	(%)	2.48%

Distribución Granulométrica		
% Grava	GG%	0.0
	GF%	1.8
% Arena	AG%	12.2
	AM%	50.0
	AF%	34.5
% Finos		1.5

Módulo de Fineza : 2.94



Observaciones : ---



Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotecnico y de Concreto.

CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76173

Dirección: Mz. E Lt. 13 As. Papa Juan Pablo II - SMP - Lima - Perú
Telefono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105
www.gmigingenieros.com

ANEXO 4-B: GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (ASTM C-128 , NTP 400.022, MTC E-205)

PROYECTO : "Influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021"

SOLICITANTE : Lopez Solano, Gustavo Andree

UBICACIÓN : Lurín - Lima

Cantera : ---
Material : Agregado Fino
Muestra : M - 1
Prof. (m) : Acopio

Fecha: Octubre - 2021

AGREGADO FINO				
TEMPERATURA DEL ENSAYO (°C)	20°C			PROMEDIO
NÚMERO DE FRASCO	1	2	3	
Peso del material saturado superficialmente seco (g)	500.00	500.00	500.00	
Peso del frasco + agua (g)	1188.3	1195.7	1191.4	
Peso del frasco + material + agua (g)	1688.30	1695.70	1691.40	
Peso del frasco + material + agua en el frasco (g)	1501.6	1508.5	1505.4	
Volumen de la masa + volumen de vacíos (g)	186.7	187.2	186.0	
Peso del material seco (g)	491.6	491.7	491.7	
Volumen de la masa (g)	178.3	178.9	177.7	
Peso específico de masa (g/cm³)	2.633	2.627	2.643	2.634
Peso específico saturado superficialmente seco (g/cm ³)	2.678	2.671	2.688	2.679
Peso específico aparente (g/cm ³)	2.757	2.748	2.767	2.758
Porcentaje de absorción (%)	1.709	1.688	1.690	1.696

Observaciones: El ensayo se realizó de todo el material representativo.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotecnico y de Concreto.



CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76173

ANEXO 4-C: PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO (ASTM C - 29, NTP 400.017, MTC E-203)

PROYECTO : "Influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021"

SOLICITANTE : Lopez Solano, Gustavo Andree

UBICACIÓN : Lurín - Lima

MUESTRA : AGREGADO FINO

Fecha: Octubre - 2021

CONTENIDO DE HUMEDAD						
CANTERA	MATERIAL	PROF.	IDENTIFICACIÓN			Promedio
			I	II	III	
	---	Agregado Fino				
		Acopio				
Peso de tara	(g)		153.40	152.50	153.30	
Peso de tara + muestra húmeda	(g)		822.30	788.50	683.40	
Peso de tara + muestra seca	(g)		811.10	778.20	674.50	
Contenido de humedad	(%)		1.70	1.65	1.71	1.686

PESO UNITARIO SUELTO						
CANTERA	MATERIAL	PROF.	IDENTIFICACIÓN			Promedio
			I	II	III	
	---	Agregado Fino				
		Acopio				
Peso del recipiente + muestra	(g)		8985.5	8988.7	9012.4	
Peso del recipiente	(g)		4860.8	4860.8	4860.8	
Peso de la muestra	(g)		4124.7	4127.9	4151.6	
Volumen	(cm ³)		2842.0	2842.0	2842.0	
Peso unitario suelto húmedo	(g/cm ³)		1.451	1.452	1.461	
Peso unitario suelto seco	(g/cm ³)		1.427	1.429	1.436	1431

PESO UNITARIO COMPACTADO						
CANTERA	MATERIAL	PROF.	IDENTIFICACIÓN			Promedio
			I	II	III	
	---	Agregado Fino				
		Acopio				
Peso del recipiente + muestra	(g)		9864.4	9844.2	9826.5	
Peso del recipiente	(g)		4860.8	4860.8	4860.8	
Peso de la muestra	(g)		5003.6	4983.4	4965.7	
Volumen	(cm ³)		2842.0	2842.0	2842.0	
Peso unitario compactado húmedo	(g/cm ³)		1.761	1.753	1.747	
Peso unitario compactado seco	(g/cm ³)		1.731	1.725	1.718	1725

Observaciones: El ensayo se realizó con material representativo

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.




CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 76173

ANEXO 4-D: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES (f' b)



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA NORMA NTP 399.613

PROYECTO : "Influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021"

SOLICITANTE : Lopez Solano, Gustavo Andree

UBICACIÓN : Lurín - Lima

FECHA : Octubre - 2021

MUESTRA PATRÓN (N, 0%PET)

Tipo de Material: Concreto

Resultados de los ensayos realizados

Resistencia a la Compresión de Especímenes Prismáticos de Concreto

Norma Técnica E.070 (NTP 399.613)

ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR UNIDAD (f' b)

Medidas de fabrica			Largo(cm)	23	Ancho(cm)	13	Altura(cm)	9
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)		RESISTENCIA f' b (kg/cm2)	
M1, 0%PET	23.12	9.05	12.92	298.71	70457.57		235.87	
M2, 0%PET	23.37	9.32	12.80	299.14	75457.57		252.25	
M3, 0%PET	23.16	9.20	13.22	306.18	76669.01		250.41	
M4, 0%PET	23.45	9.35	13.15	308.37	79134.57		256.62	
M5, 0%PET	23.20	9.11	12.95	300.44	71599.57		238.32	
RESISTENCIA PROMEDIO f' b							246.69	
DESVIACIÓN ESTANDAR							9.091	
RESISTENCIA f' b (kg/cm2)							237.60	

Observaciones:

La dosificación de cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotecnico y de Concreto.



CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76173

ANEXO 4-E: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES (f' b)



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA NORMA NTP 399.613

PROYECTO : "Influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021"

SOLICITANTE : Lopez Solano, Gustavo Andree

UBICACIÓN : Lurín - Lima

FECHA : Octubre - 2021

MUESTRA 15% DE PET

Tipo de Material: Concreto

Resultados de los ensayos realizados

Resistencia a la Compresión de Especímenes Prismáticos de Concreto

Norma Técnica E.070 (NTP 399.613)

ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR UNIDAD (f' b)

Medidas de fabrica		Largo(cm)	23	Ancho(cm)	13	Altura(cm)	9
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)		RESISTENCIA f' b (kg/cm2)
M6, 15%PET	22.95	8.63	13.00	298.35	72500.66		243.01
M7, 15%PET	23.32	8.89	13.00	303.16	74859.54		246.93
M8, 15%PET	23.30	9.34	13.12	305.70	79505.23		260.08
M9, 15%PET	22.67	9.05	12.88	291.99	69900.59		239.39
M10, 15%PET	23.11	9.15	13.00	300.43	77453.46		257.81
RESISTENCIA PROMEDIO f' b						249.44	
DESVIACIÓN ESTANDAR						9.108	
RESISTENCIA f' b (kg/cm2)						240.34	


Observaciones:

La dosificación de cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto

Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotecnico y de Concreto.




CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76173

ANEXO 4-F: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES (f' b)



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA NORMA NTP 399.613

PROYECTO : "Influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021"

SOLICITANTE : Lopez Solano, Gustavo Andree

UBICACIÓN : Lurín - Lima

FECHA : Octubre - 2021

MUESTRA 30% DE PET

Tipo de Material: Concreto

Resultados de los ensayos realizados

Resistencia a la Compresión de Especímenes Prismáticos de Concreto

Norma Técnica E.070 (NTP 399.613)

ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR UNIDAD (f' b)

Medidas de fabrica			Largo(cm)	23	Ancho(cm)	13	Altura(cm)	9
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)		RESISTENCIA f' b (kg/cm2)	
M11, 30%PET	23.01	9.00	12.67	291.54	71586.39		245.55	
M12, 30%PET	23.00	9.00	12.80	294.40	75574.53		256.71	
M13, 30%PET	23.27	9.00	12.80	297.86	78605.37		263.90	
M14, 30%PET	22.88	9.14	12.85	294.01	75640.46		257.27	
M15, 30%PET	23.00	9.08	12.76	293.48	73493.78		250.42	
RESISTENCIA PROMEDIO f' b							254.77	
DESVIACIÓN ESTANDAR							7.025	
RESISTENCIA f' b (kg/cm2)							247.75	


Observaciones:

La dosificación de cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotecnico y de Concreto.




CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76173

ANEXO 4-G: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES (f' b)



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA NORMA NTP 399.613

PROYECTO : "Influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021"

SOLICITANTE : Lopez Solano, Gustavo Andree

UBICACIÓN : Lurín - Lima

FECHA : Octubre - 2021

MUESTRA 45% DE PET

Tipo de Material: Concreto

Resultados de los ensayos realizados

Resistencia a la Compresión de Especímenes Prismáticos de Concreto

Norma Técnica E.070 (NTP 399.613)

ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR UNIDAD (f' b)

Medidas de fabrica			Largo(cm)	23	Ancho(cm)	13	Altura(cm)	9
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)		RESISTENCIA f' b (kg/cm2)	
M16, 45%PET	23.22	8.90	12.95	300.70	54022.34		179.66	
M17, 45%PET	23.15	8.93	12.56	290.76	51083.57		175.69	
M18, 45%PET	23.33	9.03	12.70	296.29	59334.35		200.26	
M19, 45%PET	23.00	9.23	13.38	307.74	60384.45		196.22	
M20, 45%PET	22.80	9.37	12.70	289.56	49894.00		172.31	
RESISTENCIA PROMEDIO f' b							184.83	
DESVIACIÓN ESTANDAR							12.598	
RESISTENCIA f' b (kg/cm2)							172.23	

Observaciones:

La dosificación de cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotecnico y de Concreto.




CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76173

ANEXO 4-H: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS (f'm)



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PILAS DE ALBAÑILERÍA NORMA NTP 399.605

PROYECTO : "Influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021"

SOLICITANTE : Lopez Solano, Gustavo Andree

UBICACIÓN : Lurín - Lima

FECHA : Octubre - 2021

MUESTRA PATRÓN (N, 0%PET)

Tipo de Material: Concreto

Resultados de los ensayos realizados

Resistencia a la Compresión en Pilas de Ladrillo de Concreto

Norma Técnica E.070 (NTP 399.605)

ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR PILA (f'm)

MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	f'm (kg/cm2)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCIÓN	f'm (kg/cm2)
P1, 0%PET	23.05	31.76	13.00	299.65	54904.7	183.23	2.443	1.035	189.724
P2, 0%PET	23.45	32.00	13.00	304.85	55888.5	183.33	2.462	1.037	190.100
P3, 0%PET	23.00	32.70	12.90	296.70	51001.7	171.90	2.535	1.043	179.252
P4, 0%PET	23.00	32.10	13.15	302.45	56457.6	186.67	2.441	1.035	193.254
P5, 0%PET	22.82	31.00	13.16	300.31	54893.0	182.79	2.356	1.028	187.987
RESISTENCIA PROMEDIO f'm									188.06
DESVIACIÓN ESTANDAR									5.28
RESISTENCIA f'm (kg/cm2)									182.78

Observaciones:

La dosificación de cemento:arena es 1:2

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotecnico y de Concreto.



CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76173

ANEXO 4-I: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS (f'm)



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PILAS DE ALBAÑILERÍA NORMA NTP 399.605

PROYECTO : "Influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021"

SOLICITANTE : Lopez Solano, Gustavo Andree

UBICACIÓN : Lurín - Lima

FECHA : Octubre - 2021

MUESTRA 15% DE PET

Tipo de Material: Concreto

Resultados de los ensayos realizados

Resistencia a la Compresión en Pilas de Ladrillo de Concreto

Norma Técnica E.070 (NTP 399.605)

ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR PILA (f'm)

MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm ²)	CARGA (kg)	f'm (kg/cm ²)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCIÓN	f'm (kg/cm ²)
P6, 15%PET	23.00	32.00	12.58	289.34	52894.4	182.81	2.544	1.043	190.602
P7, 15%PET	23.00	32.00	12.76	293.48	58007.4	197.65	2.508	1.040	205.653
P8, 15%PET	23.00	31.50	12.80	294.40	54273.3	184.35	2.461	1.037	191.150
P9, 15%PET	23.15	31.50	12.70	294.01	64447.0	219.20	2.480	1.038	227.627
P10, 15%PET	23.31	31.50	12.95	301.86	65400.3	216.65	2.432	1.035	224.150
RESISTENCIA PROMEDIO f'm							207.84		
DESVIACIÓN ESTANDAR							17.59		
RESISTENCIA f'm (kg/cm ²)							190.24		


Observaciones:

La dosificación de cemento:arena es 1:2

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotecnico y de Concreto.




CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76173

ANEXO 4-J: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS (f'm)



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PILAS DE ALBAÑILERÍA NORMA NTP 399.605

PROYECTO : "Influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021"

SOLICITANTE : Lopez Solano, Gustavo Andree

UBICACIÓN : Lurín - Lima

FECHA : Octubre - 2021

MUESTRA 30% DE PET

Tipo de Material: Concreto

Resultados de los ensayos realizados

Resistencia a la Compresión en Pilas de Ladrillo de Concreto

Norma Técnica E.070 (NTP 399.605)

ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR PILA (f'm)

MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	f'm (kg/cm2)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCIÓN	f'm (kg/cm2)
P11, 30%PET	22.86	32.80	13.00	297.18	60564.5	203.80	2.523	1.041	212.232
P12, 30%PET	23.33	33.00	13.00	303.29	67674.6	223.13	2.538	1.042	232.575
P13, 30%PET	23.12	31.75	13.00	300.56	65830.8	219.03	2.442	1.035	226.777
P14, 30%PET	22.90	30.08	13.00	297.70	60999.5	204.90	2.314	1.025	210.047
P15, 30%PET	23.05	32.55	13.22	304.72	62328.7	204.54	2.462	1.037	212.106
RESISTENCIA PROMEDIO f'm							218.75		
DESVIACIÓN ESTANDAR							10.22		
RESISTENCIA f'm (kg/cm2)							208.53		

Observaciones:

La dosificación de cemento:arena es 1:2

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotecnico y de Concreto.



CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76173

ANEXO 4-K: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS (f'm)



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PILAS DE ALBAÑILERÍA NORMA NTP 399.605

PROYECTO : "Influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021"

SOLICITANTE : Lopez Solano, Gustavo Andree

UBICACIÓN : Lurín - Lima

FECHA : Octubre - 2021

MUESTRA 45% DE PET

Tipo de Material: Concreto

Resultados de los ensayos realizados

Resistencia a la Compresión en Pilas de Ladrillo de Concreto

Norma Técnica E.070 (NTP 399.605)

ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR PILA (f'm)

MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	f'm (kg/cm2)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCIÓN	f'm (kg/cm2)
P16, 45%PET	23.01	32.06	13.33	306.72	45678.5	148.92	2.405	1.032	153.750
P17, 45%PET	23.04	31.70	13.18	303.67	40448.4	133.20	2.405	1.032	137.517
P18, 45%PET	23.00	31.50	12.59	289.57	35283.6	121.85	2.502	1.040	126.737
P19, 45%PET	23.00	31.50	13.07	300.61	39892.3	132.70	2.410	1.033	137.058
P20, 45%PET	23.14	31.60	13.25	306.61	45628.3	148.82	2.385	1.031	153.400
RESISTENCIA PROMEDIO f'm							141.69		
DESVIACIÓN ESTANDAR							11.67		
RESISTENCIA f'm (kg/cm2)							130.02		


Observaciones:

La dosificación de cemento:arena es 1:2

Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotecnico y de Concreto.




CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76173

ANEXO 4-L: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES (V'm)



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ALBAÑILERÍA NORMA NTP 399.621

PROYECTO : "Influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021"

SOLICITANTE : Lopez Solano, Gustavo Andree

UBICACIÓN : Lurín - Lima

FECHA : Octubre - 2021

MUESTRA PATRÓN (N, 0%PET)

Tipo de Material: Concreto

Resultados de los ensayos realizados

Resistencia a la Compresión de Muretes de Albañilería

Norma Técnica E.070 (NTP 399.621)

ANÁLISIS DE RESISTENCIA AL CORTE EN MURETES (V'm)

MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm ²)	CARGA (kg)	Vm(kg/cm ²)
MU1, 0%PET	62.22	61.50	13.07	808.51	16569.46	14.49
MU2, 0%PET	62.75	62.13	13.32	831.70	16003.45	13.60
MU3, 0%PET	61.18	60.04	12.86	779.44	18437.38	16.72
RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)						14.94
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (kg/cm ²)						1.61
RESISTENCIA V'm (kg/cm ²)						13.33

Observaciones:

La dosificación cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo; 14 días de curado para el mortero.

La dimensión mínima del murete según la NTP 399.621 es 600mmx600mm. Según la Norma Técnica E.070, V'm es la resistencia característica de la albañilería al corte

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotecnico y de Concreto.



CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76173

ANEXO 4-M: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES (V'm)



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ALBAÑILERÍA NORMA NTP 399.621

PROYECTO : "Influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021"

SOLICITANTE : Lopez Solano, Gustavo Andree

UBICACIÓN : Lurín - Lima

FECHA : Octubre - 2021

MUESTRA 15% DE PET

Tipo de Material: Concreto

Resultados de los ensayos realizados

Resistencia a la Compresión de Muretes de Albañilería

Norma Técnica E.070 (NTP 399.621)

ANÁLISIS DE RESISTENCIA AL CORTE EN MURETES (V'm)

MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm ²)	CARGA (kg)	Vm(kg/cm ²)
MU4, 15%PET	60.48	62.08	13.00	796.64	14134.56	12.54
MU5, 15%PET	60.00	60.17	13.29	798.53	12998.46	11.51
MU6, 15%PET	60.30	61.25	13.00	790.08	15648.71	14.00
RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)						12.69
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (kg/cm ²)						1.25
RESISTENCIA V'm (kg/cm ²)						11.43

Observaciones:


La dosificación cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo; 14 días de curado para el mortero.

La dimensión mínima del murete según la NTP 399.621 es 600mmx600mm. Según la Norma Técnica E.070, V'm es la resistencia característica de la albañilería al corte

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotecnico y de Concreto.




CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76173

ANEXO 4-N: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES (V'm)



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ALBAÑILERÍA NORMA NTP 399.621

PROYECTO : "Influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021"

SOLICITANTE : Lopez Solano, Gustavo Andree

UBICACIÓN : Lurín - Lima

FECHA : Octubre - 2021

MUESTRA 30% DE PET

Tipo de Material: Concreto

Resultados de los ensayos realizados

Resistencia a la Compresión de Muretes de Albañilería

Norma Técnica E.070 (NTP 399.621)

ANÁLISIS DE RESISTENCIA AL CORTE EN MURETES (V'm)

MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	Vm(kg/cm2)
MU7, 30%PET	61.75	60.00	12.78	777.98	10001.01	9.09
MU8, 30%PET	62.23	60.10	13.33	815.33	10231.76	8.87
MU9, 30%PET	60.00	60.00	12.85	771.00	12343.29	11.32
RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm2)						9.76
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (kg/cm2)						1.35
RESISTENCIA V'm (kg/cm2)						8.41

Observaciones:

La dosificación cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo; 14 días de curado para el mortero.

La dimensión mínima del murete según la NTP 399.621 es 600mmx600mm. Según la Norma Técnica E.070, V'm es la resistencia característica de la albañilería al corte

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotecnico y de Concreto.



CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76173

ANEXO 4-Ñ: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES (V'm)



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ALBAÑILERÍA NORMA NTP 399.621

PROYECTO : "Influencia del plástico PET en las propiedades mecánicas de ladrillos de concreto no portantes en muros perimetrales, Buena Vista, Lurín - 2021"

SOLICITANTE : Lopez Solano, Gustavo Andree

UBICACIÓN : Lurín - Lima

FECHA : Octubre - 2021

MUESTRA 45% DE PET

Tipo de Material: Concreto

Resultados de los ensayos realizados

Resistencia a la Compresión de Muretes de Albañilería

Norma Técnica E.070 (NTP 399.621)

ANÁLISIS DE RESISTENCIA AL CORTE EN MURETES (V'm)

MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	Vm(kg/cm2)
MU10, 45%PET	61.75	60.00	13.00	791.38	6545.45	5.85
MU11, 45%PET	62.52	64.66	13.00	826.67	8472.45	7.25
MU12, 45%PET	61.16	61.50	13.00	797.29	8957.00	7.94
RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm2)						7.01
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (kg/cm2)						1.07
RESISTENCIA V'm (kg/cm2)						5.95

Observaciones:


La dosificación cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo; 14 días de curado para el mortero.

La dimensión mínima del murete según la NTP 399.621 es 600mmx600mm. Según la Norma Técnica E.070, V'm es la resistencia característica de la albañilería al corte

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotecnico y de Concreto.




CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76173

ANEXO 5: PANEL FOTOGRÁFICO



Tamizado de agregado fino



Horneado de arena gruesa



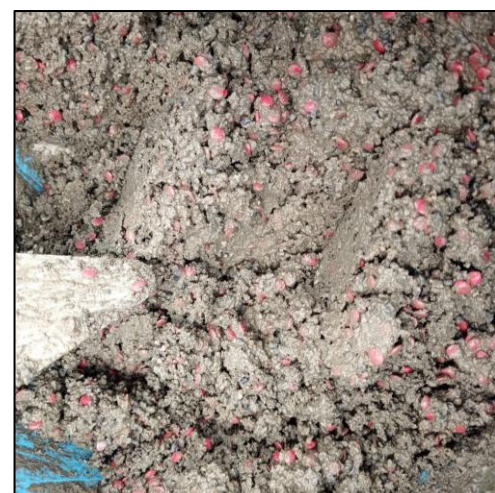
Fabricación del molde de ladrillos



Plástico PET



Mezcla con 30%PET



Mezcla con 15%PET



Ladrillo patrón (0%PET)



Relleno del molde con concreto



Ladrillos para los muretes



Fabricación de ladrillos



Sección transversal de ladrillos (30%PET)



Piezas para muretes



Construcción de pila



Fabricación de murete



Ensayo de f'_b



Ensayo de f'_m



Prensa hidráulica



Falla por corte