

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Influencia del plástico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco-2023”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Espinoza Valdivia, Darwin Orlando

ASESOR: Aguilar Alcantara, Leonel Marlo

HUÁNUCO – PERÚ

2024

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 40108421

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 43415813

Grado/Título: Maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción

Código ORCID: 0000-0002-0877-5922

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769
3	Davila Herrera, Percy Mello	Ingeniero civil	41050949	0000-0001-5484-6982

D

H

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO

(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:00 horas del día **lunes 22 de abril de 2024**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- | | |
|------------------------------------|--------------|
| ❖ DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS | - PRESIDENTE |
| ❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO | - SECRETARIO |
| ❖ ING. PERCY MELLO DÁVILA HERRERA | - VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 0823-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"INFLUENCIA DEL PLÁSTICORECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO EN HUANUCO-2023"**, presentado por el (la) Bachiller. Bach. **DARWIN ORLANDO ESPINOZA VALDIVIA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **Aprobado** por **Unanimidad** con el calificativo cuantitativo de **12** y cualitativo de **Suficiente** (Art. 47).

Siendo las **17:30** horas del día 22 del mes de abril del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
DNI: 40895876
ORCID: 0000-0001-7920-1304
Presidente


MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
Secretario


ING. PERCY MELLO DÁVILA HERRERA
DNI: 41050949
ORCID: 0000-0001-5484-6982
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, ..Leonel Marlo AGUILAR ALCANTARA..... ,
asesor(a) del PA Ingeniería Civil..... y designado(a)
mediante documento ..RESOLUCIÓN No 2570-2023-D-FI-UDH..... del (los)
estudiante(s) **DARWIN ORLANDO ESPINOZA VALDIVIA**.....

....., de
la investigación titulada:

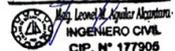
**INFLUENCIA DEL PLASTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS
Y MECÁNICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO EN HUÁNUCO – 2023**

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del²⁴ %
verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el
Software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no
constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de
Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime
conveniente.

Huánuco, 23 de abril del 2024

Mg. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA
DNI: 43415813
Código ORCID : 0000-0002-0877-5922

tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

6%

2

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

4%

3

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.uprit.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

www.funlam.edu.co

Fuente de Internet

1%

7

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

8

repositorio.ucp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

9

distancia.udh.edu.pe

Fuente de Internet

1%



DEDICATORIA

A las personas que me dieron la vida, debido a que siempre me tuvieron fe y me brindaron todo el soporte que necesito, brindándome muestras dignas para superarme y entregarme completamente, ya que este logro es en su mayoría por ustedes, y veo logrado mi objetivo en la actualidad, debido a que fueron el impulso en el tiempo complicado que pase en el trayecto de ser profesional, y por lo orgullosos que se sienten de mí, y esto ocasionó que pueda continuar hasta la meta. Todo se lo debo a ellos, ya que son personas muy significativas en mi existencia, los admiro en demasía y en ocasión por todo lo que me brindaron siempre. Los Amo.

AGRADECIMIENTO

A nuestro creador por todos los detalles y momentos que tuve que atravesar para poder realizar mi investigación, debido a el que me da sostén moral, me brindó la vida durante estos días, ya que del mismo modo me da una vida saludable, mucha fortaleza y perseverancia; para que con todo lo que he avanzado, todas las experiencias y momentos, recibí muchos momentos de enseñanzas, periodos en donde madure como ser humano, y un periodo, que vino siendo fundamental para poder culminar con satisfacción mi carrera.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO I.....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	14
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	14
1.3. OBJETIVOS.....	14
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	15
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	15
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	15
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
CAPÍTULO II.....	17
MARCO TEÓRICO	17
2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....	17
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	17
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	19
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	23
2.2. BASES TEÓRICAS.....	25
2.2.1. PET MATERIAL PLÁSTICO.....	25
2.2.2. PROPIEDADES DE PET.....	25

2.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL PET	26
2.2.4. RECICLAJE DE PLÁSTICO.....	27
2.2.5. LADRILLOS DE MAMPOSTERÍA.....	31
2.2.6. DISEÑO DE MEZCLAS	35
2.2.7. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	39
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	52
2.4. HIPÓTESIS	55
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	55
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	55
2.5. VARIABLES	56
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	56
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	56
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	56
CAPÍTULO III.....	57
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	57
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	57
3.1.1. ENFOQUE	57
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	58
3.1.3. DISEÑO	58
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	58
3.2.1. POBLACIÓN	58
3.2.2. MUESTRA Y MÉTODO DE MUESTREO	59
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. 59	
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	59
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	61
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS ..	61
CAPÍTULO IV.....	63
RESULTADOS.....	63
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	63
4.1.1. RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DE LOS DISEÑOS DE CONCRETO COMO PATRÓN.....	63
4.1.2. RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO EN LAS DISTINTAS DOSIS DE PLÁSTICO PET TRITURADO.....	64

4.1.3. PESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO EN LAS DISTINTAS DOSIS DE PLÁSTICO PET TRITURADO	65
4.1.4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO EN LAS DISTINTAS DOSIS DE PLÁSTICO PET TRITURADO.....	65
4.1.5. CANTIDAD DE SUCCIÓN DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO EN LAS DISTINTAS DOSIS DE PLÁSTICO PET TRITURADO.....	66
4.1.6. PESOS VOLUMÉTRICOS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO EN LAS DISTINTAS DOSIS DE PLÁSTICO PET TRITURADO.....	68
4.1.7. VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO EN LAS DISTINTAS DOSIS DE PLÁSTICO PET TRITURADO.....	69
4.1.8. RESISTENCIA A COMPRESIÓN VS PESO UNITARIO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO EN ADICIÓN DEL PLÁSTICO PET	69
4.1.9. RESISTENCIA A COMPRESIÓN VS SUCCIÓN DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO EN ADICIÓN DEL PLÁSTICO PET	70
4.1.10.RESISTENCIA A COMPRESIÓN VS ABSORCIÓN DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO EN ADICIÓN DEL PLÁSTICO PET	71
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS ..	72
CAPÍTULO V.....	75
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	75
5.1. PRESENTACIÓN DE LA CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	75
5.2. APORTE CIENTÍFICO DE LA INVESTIGACIÓN	77
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES.....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
ANEXOS	87

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1 Datos técnicos del polietileno tereftalato.....	26
Tabla 2 Clasificación de ladrillos según la Norma E.070	32
Tabla 3 Clases de unidades albañilería para fines estructurales.....	34
Tabla 4 Limitaciones de las unidades de albañilería para fines estructurales	35
Tabla 5 Proporciones Mortero.....	35
Tabla 6 Contenido de aire.....	36
Tabla 7 Volumen unitario de agua	37
Tabla 8 Relación agua/ cemento	37
Tabla 9 Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto	38
Tabla 10 Datos técnicos del polietileno tereftalato.....	59
Tabla 11 Datos acerca de la absorción.....	66
Tabla 12 Datos acerca de la succión	67
Tabla 13 Resultados de pesos volumétricos con adición de %PET	68
Tabla 14 Variación dimensional con adición de %PET.....	69
Tabla 15 Succión, Resistencia y adición.....	71
Tabla 16 %Absorción, resistencia y adición PET.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de albañilería confinada.....	32
Figura 2 Tipos de ladrillos.....	34
Figura 3 Alabeo.....	48
Figura 4 Comprensión a pilar albañilería.....	50
Figura 5 Corte de muretes.....	51
Figura 6 Curva de resistencia a la compresión de diferentes diseños de mezcla para agregado fino.....	63
Figura 7 Curva de resistencia a la compresión de diferentes % de mezcla con adición de PET.....	64
Figura 8 Peso de ladrillos con respecto % de adición del plástico PET.....	65
Figura 9 Absorción de las unidades de ladrillo.....	66
Figura 10 Succión de las unidades del ladrillo.....	67
Figura 11 Pesos volumétricos de las unidades de ladrillo.....	68
Figura 12 Resistencia a Compresión vs Peso unitario.....	70
Figura 13 Resistencia a Compresión vs Succión.....	70
Figura 14 Resistencia a Compresión vs Absorción.....	71

RESUMEN

En el actual estudio su finalidad fue determinar la influencia del plástico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco - 2023. De tipo aplicada, enfoque cuantitativo y nivel explicativo. De diseño pre experimental donde se evidenció el efecto de las proporciones de 10%, 25%, 40%, 55%, 65% y 80% de dosis de plástico PET en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto con una proporción de 1:2. Se tuvo como muestra a 18 ladrillos, 3 ladrillos para cada tratamiento, analizados en su resistencia de compresión a los 28 días. La técnica empleada fue la observación en soporte de fichas de recolección de información para registrar datos de las propiedades físicas y mecánicas. Los resultados en lo que respecta la absorción, los ladrillos con dosis 55% 65% y 80% de plástico presentaron un porcentaje de absorción mayor al 12%, en succión, los ladrillos con dosis de 25% 40% 55% 65% y 80% presentaron una succión menor a 20gr/200cm²-min; con respecto a la resistencia de compresión, el ladrillo con 10% de dosis de plástico presenta una mayor resistencia de compresión con 239 Kg/cm² con respecto a la resistencia patrón, y los de 25%, 40%, 55%, 65% y 80% tiene una resistencia de 207 kg/cm² y 172 kg/cm², 81 kg/cm², 40 kg/cm² y 24.4 kg/cm² respectivamente. Según ello se puede aceptar la hipótesis de investigación “La influencia del plástico reciclado no es favorable en su totalidad en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023”.

Palabras clave: plástico reciclado, resistencia, propiedades físicas, propiedades mecánicas, ladrillo de concreto.

ABSTRACT

In the current study, its purpose was to determine the influence of recycled plastic on the physical and mechanical properties of concrete brick in Huánuco - 2023. Applied type, quantitative approach and explanatory level. Pre-experimental design where the effect of the proportions of 10%, 25%, 40%, 55%, 65% and 80% of doses of PET plastic on the physical and mechanical properties of the concrete brick was evident with a proportion of 1 :2. There were 18 bricks as a sample, 3 bricks for each treatment, analyzed for their compressive strength after 28 days. The technique used was observation supported by information collection sheets to record data on physical and mechanical properties. The results regarding absorption, the bricks with doses of 55% 65% and 80% of plastic presented an absorption percentage greater than 12%, in suction, the bricks with doses of 25% 40% 55% 65% and 80 % had a suction less than 20gr/200cm²-min; With respect to compression resistance, the brick with a 10% dose of plastic has a greater compression resistance with 239 Kg/cm² with respect to the standard resistance, and those with 25%, 40%, 55%, 65% and 80% has a resistance of 207 kg/cm² and 172 kg/cm², 81 kg/cm², 40 kg/cm² and 24.4 kg/cm² respectively. According to this, the research hypothesis can be accepted: "The physical and mechanical properties of the concrete brick partially improve as the proportions of recycled plastic increase."

Keywords: recycled plastic, resistance, physical properties, mechanical properties, concrete brick.

INTRODUCCIÓN

Los estudios acerca de la utilización de residuos (desperdicios de mármol, cenizas volantes, piedra pómez o elementos reciclados del sector constructivo y las demoliciones, que fueron incrementándose en los recientes años en consecuencia del esfuerzo con el fin de preservar las materias primas de origen natural que hay y disminuir el efecto negativo de aquellos desperdicios, en especial de los no biodegradables, ya sean residuos de plástico, que se encuentren en el ambiente.

Las botellas están fabricadas de Polietileno Tereftalato (PET). Se trata de un elemento a base de plástico que posee mucho potencial para que se recicle. En cambio, se constituye de los miles de toneladas que son dispuestas a los rellenos sanitarios, originando entre diversos problemas, el requerimiento de crear grandes áreas orientados a la gestión de desechos, asimismo para consumir las vírgenes materias primas. De acuerdo a esta secuencia, componentes con las particularidades como las del PET logran reaprovecharse a través del reciclaje, donde se tienen muchas opciones; donde el más resaltante viene a ser el reciclaje mecánico. Esta técnica manifiesta muchas ventajas, entre las más fundamentales se tiene que posee una pequeña influencia en el ambiente. En consecuencia, es necesario buscar la continuación del proceso de recuperación, con la finalidad de tener el procedimiento que ha finalizado.

Teniendo el área constructiva no se exceptúa debido a que el uso de polímeros posee una gran amplitud para aplicarse, esto ha originado grandes parámetros de contaminación en general en el mundo, a causa de la eliminación como residuos sólidos de la ciudad.

La tecnología de construcción va a considerarse correcta cuando no se tiene mayores gastos de energía, no origina contaminación ni desechos, viene siendo climáticamente admisible, segura delante a inclemencias de los tiempos y riesgos de origen natural, utiliza fuerza laboral local ya sea con el fin de la producción dirigida al mantenimiento y resarcimiento, utilizando componentes de allí mismo.

El material llamado PET posee una gran resistencia con respecto a energías constantes, desgastes, asimismo grandes fuerzas y rigidez, en consecuencia, este estudio hizo el análisis de su inclusión.

En consecuencia, se tiene una estructuración como se detalla en los puntos siguientes:

Dentro del capítulo I, se describen el “Problema de investigación”, la descripción y formulación del problema, y se muestran los objetivos del informe.

Dentro del capítulo II, va detallándose el “Marco teórico”, de acuerdo a las bases y definición teórica que se desarrolla en este ítem, del mismo modo las características operacionales del estudio y las hipótesis.

Dentro del capítulo III, se hace referencia a la “Metodología de la investigación”, el nivel, tipo y diseño de estudio, métodos y las concernientes técnicas con sus instrumentos.

Dentro del capítulo IV, se describen los “Resultados”, a través del análisis descriptivo, inferencial y contrastación de hipótesis.

Dentro del capítulo V, van manifestándose la “Discusión de resultados”. En último lugar, se dan a conocer las conclusiones y recomendaciones que pudieron deducirse.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Durante las últimas décadas del siglo, el crecimiento poblacional mundial ha disparado la demanda de productos de consumo, generando una escalada significativa en la contaminación por residuos sólidos. Entre estos, el tereftalato de polietileno (PET) sobresale como uno de los residuos inorgánicos más perjudiciales, caracterizado por su persistencia en la atmósfera durante largos períodos, lo que deteriora los ecosistemas. De acuerdo con Maure et al. (2018), la mayoría de los residuos depositados en los vertederos no son biodegradables, entre ellos, el PET, frecuentemente empleado en envases de bebidas. Cabe destacar que el PET exhibe un tiempo de degradación considerablemente prolongado en comparación con otros materiales.

La problemática de la contaminación ambiental, derivada de la inadecuada gestión de residuos sólidos, especialmente plásticos, tanto por parte de las autoridades como por la falta de conciencia ambiental en los hogares, ha motivado la búsqueda de nuevas tecnologías ecológicas. Estas tecnologías eco-sostenibles tienen como objetivo abordar los desafíos ambientales que afectan a la sociedad, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida de las personas. Según Dobon (2019), el aumento del consumo de plástico en el contexto de la revolución industrial ha exacerbado la contaminación ambiental, lo que resalta la necesidad de que el ser humano busque soluciones a estos efectos negativos. Este enfoque puede aprovecharse para desarrollar nuevos materiales con aplicaciones beneficiosas para la construcción.

La producción masiva de residuos, combinada con la falta de una gestión adecuada por parte de las autoridades para su disposición final en plantas de tratamiento de residuos sólidos, así como la escasez de educación ambiental en hogares y escuelas respecto al reciclaje, resulta en un impacto negativo en

los ecosistemas globales. Por tanto, este proyecto de investigación propone emplear el reciclaje de PET (botellas de plástico) para mejorar las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos de concreto utilizando plástico reciclado. Esta innovación busca constituir una alternativa constructiva sostenible y económica en la industria de la construcción, asegurando que las propiedades físico-mecánicas cumplan con los estándares estipulados en la norma técnica E.070 - Albañilería. Este material será diseñado en la ciudad de Huánuco, material alternativo de construcción de vivienda a bajo costo, liviana, fácil de transportar que no requiere mano de obra calificada, será amigable con el medio ambiente y que ayudará a disminuir la concentración de estos residuos sólidos en el planeta.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la influencia del plástico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco - 2023?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuál es la influencia del plástico reciclado en la variación de las propiedades mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023?

¿Cuál es la influencia del plástico reciclado en la variación de las propiedades físicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023?

¿Cuál es la influencia entre las propiedades física y mecánicas con las distintas proporciones del plástico reciclado en el ladrillo de concreto en Huánuco – 2023?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia del plástico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco - 2023

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir la influencia del plástico reciclado en la variación de las propiedades mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.

Describir la influencia del plástico reciclado en la variación de las propiedades físicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.

Describir la influencia entre las propiedades física y mecánicas con las distintas proporciones del plástico reciclado en el ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Elaborar un material alternativo a partir del plástico PET busca mitigar su impacto ambiental negativo, provocado por su abundante presencia en nuestro país. Este material alternativo, de bajo costo, está destinado a la construcción de viviendas, dado que más del 60% de las viviendas actuales están construidas de manera convencional, empleando adobe, piedra y madera de eucalipto. Estas viviendas no garantizan la seguridad ni la dignidad de la población, y no cumplen con los estándares de la normativa técnica peruana para edificaciones.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Los hallazgos de este estudio servirán como punto de referencia para verificar los beneficios en términos de resistencia de los materiales elaborados a partir de residuos reciclables en comparación con otros materiales constructivos ecológicos. También se analizará en qué medida esto podría contribuir positivamente a la reducción de la contaminación ambiental.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Los ensayos realizados para cada proporción proporcionan una estimación más precisa de los parámetros físicos y mecánicos, lo que

nos permite identificar la proporción óptima de acuerdo con la Norma Técnica Peruana de albañilería 070. Además, al analizar la interacción entre las propiedades mecánicas y físicas, podremos determinar el grado de dependencia entre las variables estudiadas.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Los estudios se han enfocado en determinar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos a base de plástico PET, y las pruebas se realizan en la ciudad de Huánuco en sus condiciones ambientales.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación cuenta con todos los materiales y equipos necesarios para tal fin, asimismo el tema de investigación cuenta con grandes fuentes de información y asesoramiento por parte de nuestro docente. Las muestras a tomar son 18 unidades de ladrillos de concreto utilizando plástico reciclado sometidas a pruebas físicas –mecánicas; en cuanto a la ejecución de la investigación no causará ningún daño alguno a ningún individuo, más bien, traerá un beneficio ambiental como la introducción de nuevos materiales para la construcción.

El tiempo que se tomará en este proyecto de investigación será de mediano plazo de aproximadamente 6 meses y se cuenta con recursos financieros para llevarlo a cabo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

De acuerdo a Velásquez (2021) en su tesis titulada “Bloques de concreto sustentables a partir de la utilización de material de reciclaje (PET)” la cual tuvo como objetivo general realizar unos bloques de cemento en conjunto al material de reciclaje tereftalato de polietileno (PET) como agregado para comprobar, determinar y estudiar sus características necesarias a partir de ensayos que permitan definir si cumplen los requisitos para elementos de mampostería no estructural, en bloques no estructurales fue de enfoque mixto, usándose el método empírico en donde se llegó a concluir que cuando se obtuvieron las conclusiones teniendo los ensayos de resistencia a la compresión donde aplicándose directo en los bloques con agregados que se usa tradicionalmente y materiales triturados de reciclaje PET pudiendo darse evidencia que poseen esos requisitos y lineamientos según la “NTC 4205-2 y NTC 4205-3”. El presente estudio nos indica que hay la posibilidad que hay ventajas en el momento de construcción teniendo este tipo de mezcla que no es tradicional debido a que será útil y funcionará en muros no estructurales para las fachadas de los hogares que vayan construyéndose con pocos recursos. Es muy ventajoso con respecto al cuidado del medio ambiente debido a que se tiene impactos ambientales positivos en el momento de reciclar estos materiales PET de los jirones y usarlos en el contexto constructivo como una opción eco amigable. Los precios para la fabricación de mezclar esos “ladrillos de agregado convencional + PET” se reducen debido a que se reemplaza agregados convencionales a causa del componente de reciclaje PET debido a que se hallan en las vías, agujeros y diversas zonas en las ciudades. A causa de todo lo analizado anteriormente se evidencia y reconoce toda la elaboración y todos los pasos que se hicieron con el fin

de construir de esos bloques de concreto usando componentes de reciclaje PET, todo esto con la finalidad de que lleguen a ser opciones sustentables para elaborar componentes de mampostería no estructurales.

De acuerdo a Cardona et al. (2020) en su tesis titulada “Evaluación de las propiedades mecánicas de ladrillos elaborados con residuos de vidrio y plástico en Medellín” la cual tuvo como objetivo general evaluar las propiedades mecánicas de ladrillos elaborados con residuos de vidrio y plástico fue de tipo experimental y donde se llegó a concluir que partiendo de residuos de plástico, vidrio y agregados se prepararan mezclas binarias y ternarias, y preparándose bloques de las mezclas fundidas a 240 °C. Evaluándose las propiedades físicas (densidad) y mecánicas (resistencia a la compresión) de los productos que se hicieron. Las conclusiones nos indicaron que incorporar residuos modifican aquellas particularidades de los materiales que se preparó, pudo analizarse un incremento en la resistencia y la densidad a la compresión, teniendo mayormente en las muestras de cada uno con agregados; mientras que en las muestras que poseía adiciones de vidrio y agregados, se halló una relación directamente proporcional a los que contiene de agregados, tendencias relacionadas con las mayores densidades y rigidez de estos últimos cuando se compara con el vidrio. La mayoría de resistencia a la compresión (más o menos de 18 MPa) estudiándose en los materiales preparados partiendo de agregados. Las conclusiones de los estudios macroscópicos de esos especímenes, mostrándose una gran interacción que se tiene entre los agregados y el plástico, asociados con mayores rugosidades de los agregados, esto se mostró en coherencia con las conclusiones de la resistencia a la compresión, las conclusiones de esta investigación nos muestran el potencial que posee incorporar los residuos de vidrio y de plástico para elaborar los ladrillos teniendo la habilidad de valorizaciones de esos residuos que son ventajosos para el ecosistema.

De acuerdo a Moya et al. (2018) en su tesis titulada “La construcción sostenible a partir del empleo de ladrillo tipo PET en la ciudad de Quito” el cual tiene como objetivo general mejorar las bases de diseño para la construcción sostenible con mampostería de ladrillo tipo PET, fue de tipo experimental y donde se llegó a concluir que los muretes elaborados con botellas PET y clavos tienen menos densidad que los de la fase inicial en 22.86% y que los de la segunda fase en 28.19%, dicho de otra manera, posee un ligero incremento de 0.09 gr/cm³ representándose 7.38% de aumento a los valores de los muretes elaborados con componentes rellenos solamente de espuma flex. Del mismo modo el peso propiamente de los muretes elaborados con botellas PET y clavos siendo mucho más ligeros en 43.21% a los de la fase inicial y siendo más ligeros en 17.79% que esos componentes de la segunda fase y al igual que la densidad poseen un aumento del 7.38% al valor de los muretes de la tercera etapa. Cuando se utiliza el aditivo plastificante teniendo el fin de optimizar la adherencia entre el mortero y las botellas PET logrando que la mezcla tenga más trabajabilidad, dicho en otras palabras, ocasionando una pérdida del 25% de los valores de resistencia a la compresión y no alcanzando su intención de optimizar la adherencia de acuerdo a la superficie lisa de las botellas PET, cuando se usa el ladrillo PET hecho en este estudio, siendo opciones viables y sostenibles con la finalidad de decrementar los impactos negativos y de ese modo eliminar la contaminación del ambiente, a causa de que se produce un proceso de reciclaje y reutilización de 2 componentes que son altamente contaminantes, como son la espuma flex y las botellas PET.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

De acuerdo a Pérez (2021) en su tesis titulada “Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabayllo” en donde se llegó a concluir que se hizo la incorporación del plástico PET que se relaciona al agregado fino, esa relación se hizo con el fin de saber sus propiedades en la resistencia

a la compresión en las unidades de los ladrillos, se nos dio como conclusión en un ladrillo de muestra patrón donde no se utilizó el PET a un 230 kg/cm^2 , en el momento que se añadió un 10% de plástico PET se hizo un incremento a un 232.33 kg/cm^2 , añadiéndose del 25% del PET incrementó un 258.90 kg/cm^2 y en el momento que se tenía un 40% de PET ocasionándose un decremento en su resistencia con resultados de 189.01 kg/cm^2 . Debido a esto, cuando se añade lográndose mejorar de acuerdo a las resistencias de la compresión, se hicieron ensayos a 12 muretes con medidas no menores a $60\text{cm} \times 60\text{cm} \times 13 \text{ cm}$ teniendo los valores porcentuales 0%, 10%, 25% y 40% las conclusiones que se tiene que hay un decremento a la resistencia a la compresión diagonal partiendo de un 15.81 kg/cm^2 llegando a un 7.07 kg/cm^2 , en cada uno. Debido a esto la adherencia del plástico PET decreta en proporción a su resistencia, el ensayo de variación dimensionalmente se hizo a 32 unidades de ladrillos indicándose los valores porcentuales que son a un ladrillo patrón, a un 10% de PET, 25% de PET y a un 40% de PET, teniendo los parámetros de referencia de fabricación de ladrillo fueron de $23\text{cm} \times 9\text{cm} \times 13\text{cm}$, mediante la norma E.070 se indican que los porcentajes de 0%, 10% y 40% clasificándose en ladrillos de tipo IV y el 25% como ladrillo de clase IV, ya que se logra la definición de las resistencias a la compresión; debido a que la influencia del plástico PET disminuye la variabilidad dimensional en consecuencia teniendo mejoras a la calidad para fabricarse.

De acuerdo a Campos et al. (2019) en su tesis titulada “Diseño del proceso producción de ladrillos basados en plástico reciclado (PET)” el cual tuvo como objetivo general diseñar un proceso de producción para ladrillos basados en plástico reciclado y analizar los aspectos complementarios relevantes fue de metodología aplicada y experimental en donde se llegó a concluir que se hizo un diseño de mezcla el cual nos dio como conclusión en un prototipo de bloques fundamentados en plástico reciclado que tiene requisitos con esos parámetros que nos exige “la Norma Técnica E.070” orientados a ladrillos de tipo IV (en parámetros de alto frío, humedades e intemperismo), en consecuencia,

puede reemplazarse de aquellos estudios de construcción. Los bloques de cemento, arena, piedra y plástico poseen gran resistencia a la compresión teniendo una relación menor de plástico, sin embargo, se concluye que es menos costoso para elaborar que ladrillos o bloques convencionales, no es posible compararse con el bloque con hojuelas de plástico con el bloque regular debido a errores de homogenización de estos últimos, esto disminuye precisión cuando se experimenta. Siendo fundamental usar materias primas de calidad, ya sea en el cemento como de agregados, con la finalidad de obtener muestras óptimas y haciendo una correcta experimentación.

De acuerdo a Arroyo (2019) en su tesis titulada “Influencia de fibras de plástico reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo machihembrado, Trujillo” y en donde se llegó a concluir que se halló que la influencia de fibras de plástico reciclado tiene mayores valores porcentuales (15% de Fibras de Plástico), reducen la resistencia a la compresión, del mismo modo los valores porcentuales de absorción del ladrillo machihembrado de concreto, al mismo tiempo se incrementó la resistencia a la flexión y la resistencia al impacto, hallándose las propiedades de los agregados que poseen la mezcla de concreto, a través de “las normas NTP y ASTM: Contenido de humedad (NTP 339.185 y ASTM C33), Porcentaje de absorción (NTP 400.022 y ASTM C33), Granulometría (NTP - 400.012 y ASTM C33)”, hallándose que las dosis correspondientes es al 10% de fibra de plástico reciclado cuando se sustituyó a las cantidades de cemento a causa que incrementa grandemente la resistencia a la flexión y la resistencia al impacto, Añadiendo que no reduce en grandes porcentajes las resistencias a la flexión, no incrementa el porcentaje de absorción, estudiándose las muestras de ladrillo machihembrado de concreto de acuerdo a las normas NTP y ASTM de: Resistencia a la compresión (NTP 339.034), Resistencia a la flexión, Resistencia al Impacto y Absorción (ASTM C140), debido a esto se concluyó consecuencias positivas para mejorar la resistencia a la flexión y al impacto, Añadiendo el incremento en los

valores porcentuales de absorción y decremento en la resistencia al impacto.

De acuerdo a Echevarría (2017) en su tesis titulada “Ladrillos de concreto con plástico PET Reciclado en Cajamarca” en donde se tuvo como objetivo general determinar las propiedades físico mecánicas, de ladrillo de concreto con plástico PET reciclado, definidas en la norma técnica E.070, fue aplicada, de enfoque cuantitativo, de diseño experimental y donde se llegó a concluir que las propiedades físicas de los 3 arquetipos de ladrillo de concreto - PET (3%, 6%, 9% PET) lo que pertenece la variación dimensional, incluido de humedad, porcentajes de vacíos y alabeo no transforma en gran medida que se compara con el ladrillo patrón (0% PET), ya que esas particularidades se encuentran conexas con la geometría, proceso de elaboración y situaciones de acopio de los ladrillos, que hubieron los mismos orientado a la mayoría de los tipos, las propiedades físicas de los 3 tipos de ladrillo de concreto - PET (3%, 6%, 9% PET) lo que tiene que ver con la succión y absorción se incrementan a medida que contiene el PET en las mezclas, aquel donde la conducta se atribuye a la geometría de las hojuelas de PET reciclado, ya que no se admite un óptimo acomodo de las partículas del concreto, originando de esa manera grandes poros en éste, las propiedades físicas de los 3 tipos de ladrillo de concreto - PET (3%, 6%, 9% PET) en lo que respecta a el peso unitario volumétrico se reduce un máximo de 14% en comparación con el ladrillo patrón (0% PET), a causa de los pesos específicos de los agregados reemplazados es mayor al peso específico del PET sustituido, la resistencia a compresión de los 3 tipos de ladrillo de concreto – PET son $f'b = 127.08 \text{ kg/cm}^2$, $f'b = 118.80$ y $f'b = 110.46 \text{ kg/cm}^2$ para porcentajes de 3%, 6% y 9%, donde se manifiesta una disminución máxima de la resistencia a compresión de 51.5 kg/cm^2 o 31.8%, en relación del ladrillo patrón (0% PET) $f'b = 161.96 \text{ kg/cm}^2$, de acuerdo a la mezcla patrón (0% PET) $f'm = 128.55 \text{ kg/cm}^2$. cumpliendo con esos parámetros de referencia de la norma E.070:2006.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

De acuerdo a Villegas (2022) en su tesis titulada “Elaboración de bloques de concreto para muros no estructurales a partir de la trituración del poliestireno expandido en la ciudad de Huánuco” y en donde se llegó a concluir que cuando se combinan de agregados entre el agregado grueso en un 40%, y el agregado procedentes de la trituración del poliestireno expandido reciclado en la ciudad de Huánuco en un 60% expusieron conductas y particularidades propiamente cuando se diseñan la mezcla con el fin de crear los bloques de concreto, de acuerdo a la conclusiones que nos indican que desempeñaron con esos requisitos definidos por las Normas Técnicas Peruanas, cuando se añade el poliestireno expandido reciclado aminora el peso de los bloques de concreto, es más propio con la finalidad de producir muros, tabiques, y cercos perimétricos debido a que no tienen que soportar cargas y se trata de componentes fundamentales que se incluyen de una estructura, cuando se hacen los test de resistencia a la compresión de la unidad de los bloques de concreto procedentes de la trituración del poliestireno expandido reciclado, se analizó la información obtenida donde se conservan una media constante con la finalidad de obtener un (f'_{b}) de 2.85 MPa o 29.11 kg/cm² a los 28 días de edad, esto se halla en los lineamientos determinados para bloques tipo NP por “la Norma del RNE E.070 de Albañilería” y los porcentajes de absorción promedio de la unidad de los bloques de concreto que vienen de la trituración del poliestireno que se expande reciclado teniendo la conclusión 6.63%, hallándose por debajo de los valores porcentuales máximos determinados por “la Norma del RNE E.070 de Albañilería”, y se señala que la absorción del bloque tipo NP, no es más que el 15%.

De acuerdo a Espiritu (2021) en su tesis titulada “Concentración de fibras de plástico reciclado PET para la elaboración de ladrillos ecológicos en el distrito de Huánuco” en donde se llegó a las siguientes conclusiones se halló que la unidad de ladrillo ecológico que se produce añadiendo fibras de plástico PET de 6.50gr es la correcta para la

utilización en la construcción y a sí mismo es la que mayor reutilización de plástico PET pudiendo llegar a producir una reutilización de plástico de 9.37% de la mayoría que ingresa cada mes a la recicladora del distrito de Huánuco, se halló la resistencia a la compresión de los ladrillos ecológicos con sustancias de fibra de plástico PET llegando a concluir que las 4 muestras ensayadas llegaron a la resistencia requerida orientada a ladrillos que podrán usarse en construcción de muros no portantes sin embargo es la más eficiente de estas fue el ladrillo con concentración de fibra de plástico PET de 6.50gr en donde se llegó a una resistencia de 27.80 Kg/cm² siendo idónea con el fin de usarse en edificaciones, donde se fundamenta en las conclusiones de los ensayos en de los que se habla logren alcanzar la absorción concluyéndose que las 4 muestras ensayadas alcanzaron la absorción requerida que es de 22% siendo eficientes es; cuando se habla el ladrillo con concentración de fibra de plástico PET de 6.50gr el cual alcanzó una absorción de 17.78% muy por debajo del requerimiento máximo en consecuencia es idóneo con la finalidad de usarse y hallando los cálculos que pertenecen a la densidad del ladrillo 03 de los ladrillos alcanzaron el requerimiento que especifica la norma mientras que el ladrillo con 4.30gr de fibra PET está ligeramente por debajo de lo requerido, en conclusión, el ladrillo con 6.50gr de fibra PET logró alcanzar los parámetros de Norma Técnica E.070.

De acuerdo a Salazar (2020) en su tesis titulada “Módulo de vivienda con material reciclable en la ciudad de Huánuco” tuvo como objetivo general determinar el modelamiento estructural de una vivienda con material reciclable en la ciudad de Huánuco, con enfoque cuantitativo por la escala de medición de sus variables, nivel exploratorio para determinar el comportamiento estructural y en la cual se llegó a concluir lo siguiente lo que corresponde a la parte estructural, la utilización de neumáticos y PET como componente estructural que está lleno con tierras, aguas y arcillas y así mismo homogenizado se halla rígido en las uniones de estas al igual que el ladrillo en una albañilería simple, el traslape de los neumáticos con pernos incrementa la

estabilidad y el alineamiento vertical perpendicular al sobrecimiento, acerca del diseño de muros se tomó la decisión de utilizar botellas de 600 ml y latas, de la misma manera cada botella se halla rellena con tierra y usándose será de forma horizontal con juntas de 4 centímetros, a causa de que las estructuras son muros no portantes y la conducta no se hallan afectado por el grosor del mortero, la base de cada botella se hallará en las zonas en la parte exterior con esto nos favorece a mejores acabados, de la misma manera se instalará alambre N° 16 en cada 3 filas en lo largo del muro.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. PET MATERIAL PLÁSTICO

De acuerdo a Envaselia (2018) el tereftalato de polietileno (más conocido por sus siglas en inglés PET, polyethylene terephthalate), esto es un tipo de material que la industria dispone para el empaque de bebidas y otros productos. Múltiples empresas producen este PET y sus similares para fines comunes en el mercado.

Esto es un material que pertenece al grupo de poliésteres, material artificial donde se contienen bebidas, como gaseosas, agua mineral y demás productos. Es un material que termina en el botadero, debido a que no le dan el aprovechamiento ecoeficiente en su mayoría. Su permanencia en la intemperie genera una contaminación en el medio ambiente, poniendo en riesgo la supervivencia de los seres bióticos. (Kerwa, 2018)

2.2.2. PROPIEDADES DE PET

De acuerdo a Kerwa (2018) las especificaciones de calidad del PET hacen que sea un material resistente, por lo que las fibras se han utilizado en la industria del textil sintético y en la producción de objetos de plástico. La versatilidad del material ha hecho que se posicione en su demanda en el mercado. Presenta como características más relevantes:

- Capacidad de resistir a la abrasión y películas de oxidación

- Muy buen coeficiente de deslizamiento.
- Tolera reacciones químicas y de calor.
- Muy buena barrera a CO₂, aceptable barrera a O₂ y humedad.
- Genera una alta permeabilidad en los envases para evitar estar en contacto con la intemperie.
- Producto que se reaprovecha, pero conforme se somete a altas temperaturas el producto tiende a ser más fluido.
- Es utilizado para la producción de materiales que se van a utilizar para manipular productos de consumo.

2.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL PET

Las principales características de las botellas plásticas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1

Datos técnicos del polietileno tereftalato

Datos técnicos del polietileno - tereftalato (PET)		
Propiedades mecánicas		
Peso específico	134	g/cm ³
Resistencia a la tracción	825	kg/cm ²
Resistencia a la flexión	1450	kg/cm ²
Alargamiento a la rotura	15	%
Módulo de elasticidad (tracción)	28550	kg/cm ²
Resistencia al desgaste por roce	Muy buena	
Absorción de humedad	0.25	%
Propiedades térmicas		
Temperatura de fusión	255	°C
Conductividad térmica	baja	
Temperatura de deformabilidad por calor	170	°C
Temperatura de ablandamiento de Vicat	170	°C
Coefficiente de dilatación lineal de 23 a 100 °C	0.00008	mm por °C
Propiedades químicas		
Resistencia a álcalis débiles a Temperatura Ambiente	Buena	
Resistencia a ácidos débiles a Temperatura Ambiente	Buena	
Comportamiento a la combustión	Arde con mediana dificultad	
Propagación de llama	Mantiene la llama	

Nota. Fuente: Adaptado de Plásticos Mecanizables, 2017.

2.2.4. RECICLAJE DE PLÁSTICO

De acuerdo a Plásticos Mecanizables (2017), este término se trata del procedimiento de volver a darle vida útil a los residuos a base de plástico. Teniendo 3 fundamentales propósitos de los plásticos que se están reciclando pudiendo reusarse de modo directo, el reaprovechamiento como materia prima orientado a crear productos nuevos y la transformación ya sea de combustibles o también los productos químicos nuevos.

2.2.4.1. TÉCNICAS DE MOLDEADO DE PLÁSTICO

Según como lo indica BSDI (2021) se tienen las siguientes técnicas de moldeado de plástico:

- a) Recolectar: Generalmente los mecanismos para recolectar diversos que estén siendo implementados se fundamenta en una base fundamental, cuando se trata de separar, dentro de las casas, de estos desechos en 2 conjuntos principales: desechos orgánicos en un extremo e inorgánicos en el otro extremo; dentro del contenedor de los desechos orgánicos van residuos de todo lo que se come, del patio, y en otro contenedor metal (es), maderas, plástico, vidrios, aluminios. Estos 2 contenedores van colocándose dentro de los jirones públicos y van siendo recogida de modo diferenciado, admitiendo de este modo que se dirijan a sus pertinentes técnicas de cómo lo tratarán.
- b) Centro de reciclado: En este lugar se recogen los desechos de plástico mixtos que pasaron por el proceso de compactación en rollos que se almacenan fuera en el medio ambiente natural. Hay restricciones con la finalidad que se tenga un correcto almacenado y de larga duración teniendo todas estas limitantes de la intemperie, debido a que cuando hay rayos UV son dañino para la composición de los

materiales, debido a esto es aconsejable no mantener los rollos a exposición que sean mayores de 1 trimestre.

- c) Clasificar: Después de recepcionar se realiza la categorización de estos bienes ya sea por el color y plástico. Ya que, si se puede realizar esta clasificación de modo manual, fueron desarrollándose métodos para realizar esta clasificación de manera automatizada, así como se están haciendo en regiones desarrolladas. Esta metodología hace que se facilite en caso haya una diferenciada entrega de estos materiales, ya que esto llegaría a realizarse con el soporte y desarrollo que venga de la municipalidad.

2.2.4.2. PROCESO DE RECICLADO

De acuerdo a como lo señala Plásticos Mecanizables (2017) se tienen los siguientes procesos de reciclado:

- a) Acopio. Estas botellas hechas de PET con la finalidad de reciclarse tienen orígenes en planes para recolectar y para el acopio ambulatorio, aquellos van contribuyendo con la finalidad de mantener limpia las vías públicas y disminuir esos porcentajes pertenecientes a los desechos que alcanzan a los rellenos sanitarios. Sería ideal, que cuando se separen los residuos se hagan por las propias personas, anteriormente a recoger los desechos y luego de separarse que sean llevados a las áreas de acopio, como no existe los recolectores que hagan diferencia con los desechos, el rol de las personas que recolectan es muy importante.
- b) Compactado. Los materiales que se van compactando con la finalidad de disminuir los volúmenes y de este modo que sea mucho más fácil que puedan transportarse y almacenarse. En su mayoría el tamaño que tienen estas unidades o bloques de PET vienen siendo de 153 x 130 x 85 centímetros, se tiene que estos bloques llegan a pesar de 200 a 600 kilos, de acuerdo al nivel de cómo se compacte o que tan eficiente es

la prensa. En el momento que se hace la compactación, estos bloques son descubiertos y picados sea la manera de cómo llegan a la fábrica, dicho de otra manera, tiene tapas y etiquetas.

- c) Molido. Esta actividad también llamada picado con la finalidad de hacer más fácil el separado de aquellas diversas formas de polímeros de los materiales (ya sea si se han compactado) y que estos materiales se encuentren limpios. Cuando se disminuye la forma del PET logra obtenerse hojuelas pequeñas, con la medida de $\frac{1}{4}$ ' o incluso llegar a ser polvos, de acuerdo a la forma y el modelo de molino que se tenga.
- d) Separación. Esta actividad es la que ayuda a dar liberación al PET de diversas formas de componentes, ya sea teniendo diversas formas de polímeros, metal, vidrios o papeles. Ya sé si hay grupos de plásticos inmiscibles juntos, donde se originarán etapas que se hallan en las mismas y a través del proceso logrando haber quemado o degradación, y así se haría daño a los procesos para reciclar; y en caso haya átomos metálicos que afecten las cualidades del bien. Separándolo a grandes cantidades se viene haciendo ya sea quitando la tapa y quitando la etiqueta de las materias primas completas (botellas que van a botarse) de manera manual. La pequeña separación va haciéndose por características físicas específicas ya sea el perímetros, pesos o densidades. La separación por moléculas, envuelve que se procesen los plásticos ya sea disolviéndolos para después separar el PET ya sea de acuerdo a cuánto frío o calor tengan. Como otra opción se trata de poseer mecanismos para que floten o burbujeen, en los contenedores de flotación que vibren teniendo transporte a través de bandas de plástico que posea densidades mayores que caen en los fondos y se recogen a través de los tornillos sinfín los cuales los llevan a la etapa que sigue.

- e) Limpieza. Estos flakes o hojuelas hechas a base del PET se hallan en su mayoría teniendo contaminaciones ya sea de restos para comer, papeles, piedra, polvos, aceites, solvente y diversos contextos de goma. Por eso tienen que limpiarse en unos baños que den la garantía de eliminar esta contaminación. La utilización de hidrociclones se trata de una alternativa cuando se tiene sucias estas hojuelas, el PET sucio logra ser limpiado debido a su ligereza porque realiza la flotación en el medio que se expulse. Todo lo sucio se hunde al fondo y luego se bota. Luego de realizar este proceso ya se tiene PET en hojuelas limpias.
- f) Secado. Esta actividad remueve de modo duradero las partes húmedas de los materiales. Se llegan a utilizarse secadores en centrífugas o secadores al viento, pudiendo ser fríos o calientes, que giran en todos estos componentes que fueron molidos, descartando las partes húmedas.

2.2.4.3. TIPOS DE RECICLAJE

De acuerdo a Cedex (2018) se tiene que:

- a) Reciclaje Químico. Es definido como el rompimiento de desechos plásticos en partes que puedan usarse con la finalidad de ser transformados en monómero o diversos bienes de origen químico.
- b) Reciclaje Mecánico. Esta actividad tiene menos costo que el reciclaje anterior, ya que se dirige a recolectar y separar el envase, triturado, limpieza y extruido de los materiales poliméricos. El producto de esta actividad son las hojuelas que a través de los conductores de calor se usan con la finalidad de tener componentes nuevos. Del mismo modo, estas hojuelas se usan como agregados finos en construcciones con la finalidad de tener menos gastos.
- c) Reciclaje Energético. Se trata de los bienes y materia prima que no se logran reusarse de manera rentable y que sean

buenas para los ecosistemas viables siendo en su mayoría quemados en parámetros que se controlen para reutilizarse.

2.2.5. LADRILLOS DE MAMPOSTERÍA

De acuerdo a Alvarez (2020) el ladrillo se trata de un elemento, que tiene la representación del prisma rectangular; este componente es útil para construir. Se fabrica en su mayoría de tierras arcillosas, que se amasan con agua, moldeando, secando y posteriormente cocido a altas temperaturas (800 °C a 1000 °C). Estos componentes son vendidos por miles, almacenándose en pilas grandes de 2.00 metros de alto. También llamados, ladrillos ya que logran ser manipulados y asentados con una mano, y bloques ya que debido a lo que pesa y lo que mide es necesario el uso de las 2 manos.

2.2.5.1. TIPOS DE LADRILLOS

De acuerdo a

- a) Ladrillo perforado: tienen agujeros en su cara de dimensión mayor del ladrillo, estos representan más del 10%.
- b) Ladrillo macizo: son aquellos materiales que tienen menos de 10% de espacios.
- c) Ladrillo tejar o manual: tienen caras con rasgos que le dan una estética en su función. Estos son especiales para decoraciones.
- d) Ladrillo hueco: son materiales que se caracteriza por presentar agujeros en sus laterales, esto es exclusivo para edificaciones donde la tabiquería no va recibir una carga portante especial, donde la resistencia va ser tolerable, se tienen las siguientes presentaciones:
 - Rasilla: su grueso y su soga son mucho mayores que su tizón.
 - Ladrillo hueco simple: comprende agujeros en la zona de la cabeza del material.

- Ladrillo hueco doble: comprende doble agujero en la zona de la cabeza del material.

2.2.5.2. CLASIFICACIÓN DE LOS LADRILLOS

Según los parámetros de la Norma E.070 (2012), existe una clasificación de los materiales cerámicos según su resistencia, tenemos en la tabla.

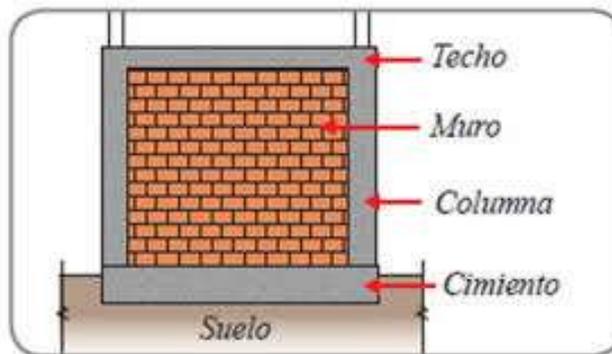
Tabla 2

Clasificación de ladrillos según la Norma E.070

Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Tipo V
Resistencia y durabilidad muy bajas, apta para construcción es de albañilería en condiciones de servicio con exigencia mínima.	Resistencia y durabilidad bajas, apta para construcción es de albañilería en condiciones de servicio moderados.	Resistencia y durabilidad media, apta para construcción es de albañilería en condiciones de servicio rigurosos.	Resistencia y durabilidad altas, apta para construcción es de albañilería en condiciones de servicio rigurosos.	Resistencia y durabilidad altas, apta para construcción es de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosos

Figura 1

Sistema de albañilería confinada



Nota: En la figura se puede observar un sistema de albañilería confinada, Norma técnica 0.70, 2012. Disponible en: <http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/2012/total/12.%20norma%20t%C3%A9cnica%20e.070%20alba%C3%B1iler%C3%ADa.pdf>

2.2.5.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS LADRILLOS

La Norma E.070 detalla algunas características según la tipología de ladrillos, entre ellos se tiene:

- a) King Kong 18: tiene las siguientes dimensiones 24 x 13 x 9, por cada m² cuadra entran en promedio 36 ladrillos, su peso es de 3.85kg. su uso es para construcciones convencionales, tiene una resistencia considerable para operan en construcción de sistemas confinados.
- b) Caravista: como dimensiones se tiene 24 x 12 x 6, por m² cuadrado ingresan 56 ladrillos, tiene un peso de 2.2kg. Está diseñado para aplicar en edificaciones que requieren acabados convencionales, su aplicación tiene un costo módico.
- c) King Kong Caravista: tiene como dimensiones 24 x 12 x 6, por m² se tiene 56 unidades, tiene un peso 2.2kg. su aplicación es para aquellas construcciones que no requieren tener un acabado esbelto, reduce costos, ya que su caravista le da un aspecto convencional.
- d) Pandereta: se tiene dos tipos, uno la Lisa, tienen como dimensiones 23 x 11.1 x 9.4; y el otro tipo Rayita con dimensiones de 23 x 10.5 x 9.3, la cantidad por m² es variable, tiene un peso 2kg. Su aplicación es para compartimentos, divisiones, donde los esfuerzos por la carga son mínimas.
- e) Pastelero: comprende las dimensiones de 24 x 24 x 3, por m² ingresa 16 ladrillos, su peso es de 2.2 kg. Su aplicación es para acabados finales, exclusivamente para techos, que están en contacto con la intemperie, esto es para proteger ante factores climáticos que puedan dañar el concreto.
- f) Teja Colonial: por m² se tiene 35 unidades, su peso es de 1.6 kg. Está diseñado para proteger de los factores ambientales a la edificación.

Figura 2

Tipos de ladrillos



Nota: En la figura se puede observar los tipos de ladrillos que existen, Leonirch, 2012. Disponible en:

<http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/2012/total/12.%20norma%20t%C3%A9cnica%20e.070%20alba%C3%B1iler%C3%ADa.pdf>

2.2.5.4. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS

La norma E.070 determina las resistencias de compresión de los ladrillos:

Tabla 3

Clases de unidades albañilería para fines estructurales

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

Nota: En la tabla se pueden observar las clases de unidades de albañilería para fines estructurales, RNE, 2021. Extraído de la web:

<https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

Tabla 4

Limitaciones de las unidades de albañilería para fines estructurales

Artículo 5.- UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

3. Limitaciones en su aplicación

**TABLA 2
LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES**

TIPO	ZONAS SÍSMICAS 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal	No	Sí, hasta 2 pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos



Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento | Viceministerio de Construcción y Saneamiento | Dirección Nacional de Construcción

Nota: En la tabla se pueden observar las limitaciones de unidades de albañilería para fines estructurales, RNE, 2021. Extraído de la web: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

Tabla 5

Proporciones Mortero

TIPO DE LADRILLO	DIMENSIONES (cm)	ESPESOR JUNTA (cm)	CANTIDAD MORTERO (m ³ / m ²)		CEMENTO BOLSAS / m ²		ARENA GRUESA m ³ / m ²	
			CABEZA	SOGA	CABEZA	SOGA	CABEZA	SOGA
King kong	9 x 13 x 24	1	0.038	0.018	0.3	0.1	0.04	0.02
King kong	9 x 13 x 24	1.5	0.055	0.023	0.4	0.2	0.06	0.02
Pandereta	9 x 12 x 24	1	0.040	0.016	0.3	0.1	0.04	0.02
Pandereta	9 x 12 x 24	1.5	0.056	0.022	0.4	0.2	0.06	0.02

Nota: En la tabla se pueden observar las proporciones del mortero, Aceros Arequipa, 2023. Extraído de la web: <https://acerosarequipa.com/pe/es/>

2.2.6. DISEÑO DE MEZCLAS

El comité 211 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezcla bastante simple, la cual nosotros utilizaremos para nuestro diseño, ya que este método se aplica a concretos de peso normal y para ciertas condiciones que se indican. A continuación, se presentan los pasos resumidos para un diseño de mezcla para concreto por el método del comité 211 del ACI.

a) Resistencia promedio requerida

Esta es una función $F'c$ a la resistencia de la compresión del concreto a utilizar.

Cuando tenemos la desviación estándar

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

$$E'Cr = F'c * 1.33(S)$$

$$E'Cr = F'c * 2.33(S) - 35$$

b) Registros resistentes de probetas

Solo contamos con un registro de compresión asumida

F'c	F' Cr
Menos de 210	$F' Cr + 70$
210-350	$F' Cr + 84$
Mayor 350	$F' Cr + 98$

c) Teniendo en cuenta el control de calidad

Nivel De Control	F' Cr
Regular-Malo	$1.3 F'c$ A $1.5 F'c$
210-350	$1.2 F'c$
Mayor 350	$1.1 F'c$

d) Contenido de aire atrapado

Se requiere conocer el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Tabla 6

Contenido de aire

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO	AIRE ATRAPADO
3/8"	3.0 %
1/2"	2.5 %
3/4"	2.0 %
1"	1.5 %
1 1/2"	1.0 %
2"	0.5 %
3"	0.3 %
4"	0.2 %

Nota: En la tabla se puede observar el contenido de aire, Comité 211 ACI, 2023.

Extraído de la web: <https://1library.co/article/m%C3%A9todo-aci-descripci%C3%B3n-m%C3%A9todo-dise%C3%B1o-concreto.q051dx3y>

e) Contenido de agua

Teniendo los asentamientos y el valor calculado del tamaño máximo nominal del agregado grueso se puede saber el contenido de agua en LT/m³

Tabla 7

Volumen unitario de agua

Asentamiento	Agua en l/m ³ , para tamaños máx. Nominales de grado grueso y consistencia indicada.							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	185	174	166	154	----

Nota: En la tabla se puede observar el volumen unitario del agua, Comité 211 ACI, 2023. Extraído de la web: <https://1library.co/article/m%C3%A9todo-aci-descripci%C3%B3n-m%C3%A9todo-dise%C3%B1o-concreto.q051dx3y>

f) Relación Agua Cemento Por Resistencia

Tabla 8

Relación agua/ cemento

f' c (Kg/cm ²)	RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN PESO	
	Concretos sin aire acondicionado	Concretos con aire acondicionado
150	0.80	
200	0.70	0.71
250	0.62	0.61
300	0.55	0.53
350	0.48	0.46
400	0.43	0.40
450	0.38	

Nota: En la tabla se pueden observar la relación agua/cemento en peso, Comité 211 ACI, 2023. Extraído de la web: <https://1library.co/article/m%C3%A9todo-aci-descripci%C3%B3n-m%C3%A9todo-dise%C3%B1o-concreto.q051dx3y>

g) Contenido De Cemento

El contenido de cemento es igual a la siguiente fórmula:

$$\frac{A \text{ lt}}{c} = R \quad \Rightarrow \quad C=kg$$

h) Peso Del Agregado Grueso

Calcular el peso del agregado grueso se empleará la siguiente fórmula:

$$P. a. \text{ grueso. (kg)} = \frac{b}{b_0} \times PUSC$$

Tabla 9

Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

Tamaño máximo Del agregado grueso		Módulo de fineza del agregado fino.			
mm	(")	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	(3/8)	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	(1/2)	0,59	0,57	0,55	0,53
19,0	(3/4)	0,66	0,64	0,62	0,60
25,0	(1)	0,71	0,69	0,67	0,65
38,0	(1 1/2)	0,75	0,73	0,71	0,69
51,0	(2)	0,78	0,76	0,74	0,72
76,0	(3)	0,82	0,80	0,78	0,76

Nota: En la tabla se puede observar el peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto, Comité 211 ACI, 2023. Extraído de la web:

<https://1library.co/article/m%C3%A9todo-aci-descripci%C3%B3n-m%C3%A9todo-dise%C3%B1o-concreto.q051dx3y>

i) Volumen absoluto

$$\text{aire (m}^3\text{)} = \frac{1\%}{100}$$

$$\text{Cemento (m}^3\text{)} = \frac{C \text{ kg}}{PE \text{ cemento} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{agua (m}^3\text{)} = \frac{A \text{ (kg)}}{PE \text{ agua} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{volumen del agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{P. a. \text{ grueso. (kg)}}{PE A. G \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{volumen del agregado fino (m}^3\text{)} &= 1\text{m}^3 - c - \text{agua} - \text{aire} - a. g \\
 \text{volumen del agregado fino (m}^3\text{)} * PE \text{ agregado grueso} &\frac{kg}{m^3} \\
 &= \text{peso de agregado fino kg}
 \end{aligned}$$

Posteriormente se realizarán las correcciones por humedad y las presentaciones de resultados por unidad de peso y nomenclatura, se descartaron estos pasos ya que son reiterativos a las anteriores.

2.2.7. ENSAYOS DE LABORATORIO

De acuerdo a NTP 339.134 INDECOPI (2013), investigar la variación de la calidad de resistencia del material en presencia del plástico reciclado frente a uno es su estado normal, es necesario conocer la granulometría de los materiales gruesos y finos, los cuales faciliten el procedimiento para el posterior diseño de mezclas, con los parámetros e instrucciones de la norma se realiza la caracterización de los materiales para los fines de científicos y de laboratorio. Los estudios tienen que ver con los estudios in situ basados en la observación y la manipulación. Cuando se necesitan estudios más científicos donde se tiene que analizar las propiedades múltiples se tiene que basarse en la NTP 339.134.

Agregado grueso. De acuerdo a NTP 339.134, INDECOPI (2013), son partículas producto de la desintegración de rocas volcánicas, que tiene propiedades mecánicas y físicas aceptables, aptos para diseño de materiales que estarán sometidos a esfuerzos de compresión y tracción. Estas se retienen en un tamiz N° 16 y puede variar hasta 152mm.

Agregado fino. Son pequeñas partículas que tiene como diámetros aproximados de 10mm, que son retenidos en tamices Número 200, provienen de canteras aluviales.

2.2.7.1. CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO

De acuerdo a NTP 339.134 INDECOPI (2013), es la cantidad de agua que existe en los materiales. Se determina mediante procedimientos físicos en laboratorio, donde una muestra humedad se somete al calor hasta tener una muestra seca, y la diferencia es la cantidad de humedad que existe, asimismo está relacionado con la porosidad, ya que estos son los que concentran la cantidad de agua. Más amplio en la NTP.185.2002.

Este material presenta cuatro condiciones:

- **Seco.** Esto se obtiene sometiendo a temperaturas de 110°C.
- **Parcialmente seco.** Poniéndola en exposición a la intemperie.
- **Saturado Superficialmente Seco (SSS).** Esto se da cuando aparentemente el agregado muestra un estado seco, pero en su interior, en sus poros, contiene humedad.
- **Húmedo.** Esto se da cuando los poros del agregado están contenidos de agua. La fórmula para calcular el % humedad:

$$\% \text{HUMEDAD} = \frac{\text{húmedo} - \text{seco}}{\text{seco}} \times 100$$

Material y equipos

- **Balanza.** Es una balanza calibrada que presente como límite tolerable un error de 0.1%,
- **Horno.** Que tenga las condiciones de temperatura de 110°C ± 5°C, ya que es ideal para el secado de los materiales.
- **Recipiente o tara.** Contenedores de muestra para someterlo a temperatura en el Horno.

Procedimiento

La aplicación de los pasos es el mismo para el agregado grueso y fino.

- Se tomará una pequeña muestra para calcular la humedad en soporte de los materiales y equipos.
- En un recipiente se contiene la muestra, una muestra bien calculada.
- El recipiente con la muestra se pesa y se somete al calor, es decir, se coloca en el horno y se gradúa a una temperatura de 110°C por un periodo de tiempo de 24 horas.
- Transcurrido las 24 horas se procede a extraer del horno y realizar un primer pesado en de forma global.
- Para realizar el pesado definitivo de la muestra se debe de enfriar.
- Culminado con todos los cálculos se procede a votar la muestra.

2.2.7.2. PESO VOLUMÉTRICO O UNITARIO DEL AGREGADO

De acuerdo a INDECOPI (2013) este procedimiento ayudará a determinar el peso por unidad de volumen, ya sea con el agregado en su estado natural o compactado, asimismo, nos ayudará a evidenciar la cantidad de aire. En soporte de la NTP 400.0.17. se realizará la caracterización cuantitativa de los materiales.

Materiales y equipos

- **Agregado fino y grueso**, el método de selección es por cuarteo, es decir, se seleccionará una muestra aceptable para la prueba en laboratorio.
- **Balanza**. Es una balanza calibrada que presente como límite tolerable un error de 0.1%,
- **Recipiente o tara**. Contenedores de muestra para someterlo a temperatura en el horno.

Procedimientos

De acuerdo a INDECOPI (2013) los pasos a seguir para identificar el peso unitario del agregado fino y grueso son similares.

- Se toma el recipiente y se llena del agregado con la pala hasta el ras del recipiente, colmatado se enrasa.
- Enrasado con una regla con la finalidad que se ordenen los materiales y que la superficie del agregado que de a nivel del ras del recipiente.
- En soporte de la balanza se procede a medir en kg.
- El material se coloca en el recipiente, en tres capas hasta colmarlo, y se compacta con una varilla de dimensiones de 16mm de espesor y 60cm de longitud, esto se realizará para cada capa, con 25 chuzadas. El apisonamiento se realiza con una fuerza prudente de tal manera que no atraviese la capa.
- Culminando la operación se enrasa y se procede a calcular los parámetros con las siguientes fórmulas.

$$P \text{ Unitario suelto} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{\text{peso neto } kg}{\text{Volumen } m^3}$$

$$P \text{ Unitario compactado} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{\text{peso neto } kg}{\text{Volumen } m^3}$$

2.2.7.3. GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO

De acuerdo a INDECOPI (2013) es la segregación de los agregados mediante mallas de distintos números, que clasifica a los materiales según su diámetro. Esto se realiza en aplicación de la "Método de prueba estándar por el Análisis del tamiz de agregados finos y gruesos C 136" (ASTM). Consiste en filtrar las partículas de los agregados en los coladores mediante técnicas dinámicas, que retienen los materiales según sus diámetros. Las mallas tienen 7 medidas estándar según ASTM C33, para agregado fino tiene aberturas que varían desde la malla No. 100 (150 micras) hasta 9.52mm.

Tipos de Granulometría:

- **Granulometría Continua:** es cuando el agregado tiene una distribución equitativa o proporcional en todas las mallas donde ha filtrado.

- **Granulometría Discontinua.** Comprende a los agregados que tiene proporciones en las mallas intermedias, es decir, en su mayoría se distribuyen en las mallas diámetros pequeños y grandes.
- **Granulometría Semi-continua.** Es el contrario de la discontinua, ya que hay un exceso de agregado que se contiene en las mallas intermedias.

Tamaño Máximo

Tamaño Máximo de acuerdo a NTP 339.134 INDECOPI (2013), es la malla por donde se filtran todos los áridos.

Tamaño Máximo según ASTM, es la malla que contiene el 15% de los materiales filtrados.

2.2.7.4. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

Tamaño Máximo Nominal según NTP, es la malla de menor número que retiene el primer contenido de agregado.

Procedimiento

Para la obtención de los parámetros de la granulometría del agregado grueso y fino se siguen los pasos similares, que está comprendido por:

- Se elige una muestra adecuada, razonable para las pruebas.
- Luego de haber pasado por el proceso de secado para los materiales gruesos y finos se procede a pesar 1000 gr para el fino y de 4000 a 5000gr para los áridos gruesos.
- Teniendo en cuenta la calidad del agregado se procede a filtrar sobre la columna de mallas.
- Los agregados gruesos se filtran por las siguientes mallas en orden de mayor a menor (1½" ,1" , ¾" , ½" , 3/8" , # 4 y Fondo)

- Las proporciones retenidas en cada una de las mallas se procede al pesaje para cuantificar su contenido.
- Los agregados finos también se filtran por una columna de tamices, que tienen el siguiente orden (# 4, # 8, # 16, # 30 #50, #100, #200 y Fondo), y posteriormente son pesados lo que se ha contenido en cada uno de las mallas.

$$m. grueso = \frac{\%ret\ acumul. \left(1\frac{1}{2} + \frac{3}{4} + \frac{3}{8} + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100\right)}{100}$$

$$m. fino = \frac{\%ret\ acumul. (N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100 + N^{\circ}200)}{100}$$

2.2.7.5. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO

- Con la técnica del cuarteo se separa una proporción representativa, con un peso de 1000g, el cual se somete al calor colocándolo en el horno a temperatura de 100 a 110°C, se procede a enfriar a una temperatura de condiciones normales en un periodo de 1 a 3 horas.
- Este procedimiento de secado se repite hasta que el valor o peso del secado sea un valor igual. Posteriormente esta muestra es cubierta con agua y se deja por un periodo de tiempo de 24 horas.
- Después de un tiempo de absorción del agua, lo que queda sobre la superficie se filtra de forma cuidadosa, sin dejar fluir los finos. Luego esta muestra se extiende sobre una bandeja y se comienza a acondicionar con aire mientras se va agitando la bandeja, esto se hace hasta que las partículas estén secas y puedan moverse libremente.
- Cuando se percibe que el agregado está secando por el acondicionamiento de aire, se toma el molde cónico, donde el

lado circular de mayor circunferencia está apoyado sobre una superficie que no absorbe la humedad. Con la ayuda de un embudo se llena el agregado seco, una proporción significativa, y se compacta con la varilla con 25 golpes. Seguidamente se levanta el cono, de forma vertical. Si las partículas tienen una humedad en su superficie, los agregados del cono permanecerán contraídos, por lo cual se continuará con el secado, esto se hará hasta que el molde de material no pueda contenerse y se desmorone, y de ello se evidenciara que finalmente las partículas tienen la cubierta seca.

- Una vez realizado el secado del agregado fino se procede a incorporar sobre un picnómetro una muestra de 100g, y se le agrega agua, que contenga el 90% de la capacidad. Para extraer el aire que se encuentra dentro de ella, se realiza unos movimientos sobre una superficie llana, o en todo caso de agitación, para posteriormente introducirlo sobre una sumersión de agua a temperatura entre 21°C y 25°C en un tramo de una hora. Seguidamente se extrae de la sumersión y se realiza el secado y se procede hacer los cálculos en peso de los componentes.
- El agregado es extraído del matraz y se procede a realizar el secado en el horno hasta que el peso del secado sea continuo, que no tenga ninguna variación. Seguido se procede al enfriado, esto se hace en las condiciones normales de ambiente durante una hora a hora y media y se calcula el peso del material.
- Si se desconoce el peso del material seco, se optará por pesar el picnómetro que contiene agua, vertiéndose en un baño de agua a la temperatura de ensayo y siguiendo en su determinación un procedimiento similar en lo que corresponde al vertimiento y pesado.

$$PE \text{ fino} = \frac{\text{peso agregado seco (kg)}}{\text{volumen(m}^3\text{)}}$$

$$\% \text{ absorción} = \frac{\text{peso ag. SSS} - \text{peso ag. seco}}{\text{peso ag. seco}} \times 100$$

2.2.7.6. PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO

Para realizar las pruebas correspondientes y describir sus dimensiones y capacidades de propiedades, se realiza luego de los 28 días, para esto se siguen todos los procedimientos que comprende la normatividad peruana.

Variación dimensional. En referencia a la NTP 339.134 INDECOPI (2013), esto se determina de la contrastación de las medidas reales del paralelepipedo con las prevista en su generación (D_e). Se tomó el material y se determinó las dimensiones en la parte media de cada superficie el largo, ancho y alto. Los cambios de sus medidas se calcularon mediante la aplicación de la siguiente fórmula.

$$V\% = \frac{(D_e - D_p)}{D_e} \times 100$$

Dónde:

Variación dimensional (%): V

Dimensión prevista para su elaboración (mm): D_e

Dimensión promedio (mm): D_p

2.2.7.7. CONTENIDO DE HUMEDAD

Transcurrido los 28 días desde su elaboración se realizó un pesaje para evidenciar su peso inicial; posteriormente se sometió al calor, a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un periodo de un día. Esto se realizó con el fin de evaporar toda el agua dentro del material y poder tener un peso seco del cerámico.

$$\%Humedad = \frac{(Po - P1)}{P1} \times 100$$

Dónde:

Contenido de humedad de ladrillo

(%): W

Peso inicial (g): Po

Peso seco (g): P1

2.2.7.8. PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO

En referencia a lo que menciona la NTP 339.134 INDECOPI (2013) habiendo calculado el peso seco y las dimensiones del material cerámico, se procedió a calcular el peso unitario.

$$P = \frac{Po}{Lp * Ap * Hp} \times 100$$

Donde:

P: Peso unitario volumétrico (g/cm³)

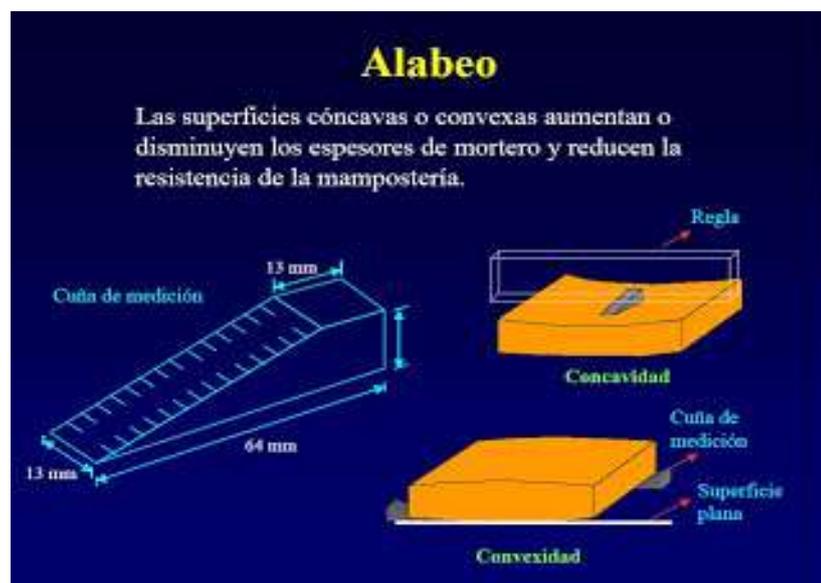
Po: Peso inicial (Lp-Ap-Hp: Dimensión promedio (cm))

2.2.7.9. ALABEO

En referencia a lo que menciona la NTP 339.134 INDECOPI (2013), para determinar la convexidad o concavidad se procedió a medir con una regla apoyada en ambos lados opuestos de la cara, y con una cuña milimetrada se procedió a medir en la zona mas pandeada. Estas distorsiones de las dimensiones hacen que se reduzcan los morteros y limitan su comportamiento ante resistencia sometidas.

Figura 3

Alabeo



Nota: En la figura se pueden observar las partes del alabeo, NTP, 2013. Extraído de la web: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

2.2.7.10. ABSORCIÓN

En referencia a lo que menciona la NTP 339.134 INDECOPI (2013), la muestra de ladrillo que fue sometido al calor a temperaturas de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta extraerle el agua por completo, fue sumergido en agua por un periodo de tiempo de 24 horas, donde el material se saturó por completo. Seguido se realizó el peso y se determinó la absorción en aplicación de la siguiente fórmula.

$$A\% = \frac{P3 - P1}{P1} \times 100$$

Donde:

Absorción (%): A%

Peso seco (g): P1

Peso saturado (g): P2

2.2.7.11. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

En referencia a lo que menciona la NTP 339.134 INDECOPI (2013), para realizar este ensayo se procedió empalmar yeso con

cemento para entre las unidades y las áreas de apoyo de la máquina hidráulica.

Para calcular la resistencia unitaria de compresión se determinó el cociente entre el área de la superficie del material y la carga de rotura. En lo que respecta la resistencia de compresión característica se calculó diferenciando la desviación estándar a la resistencia unitaria de compresión. En la siguiente fórmula se aprecia su operación.

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

2.2.7.12. COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA

En referencia a lo que menciona la NTP 339.134 INDECOPI (2013), para esta prueba se procedió a generar tres muestras donde se apilo 4 hileras, teniendo en cuenta su simetría, verticalidad y horizontalidad. Estas pilas fueron sometidas al agua para realizar el respectivo curado, esta acción fue por siete días; el agua que se roció fue 3 veces por día. Al momento de armar las pilas no se procedió a humedecerlas con agua ya que sus propiedades físicas de succión y absorción son bajas.

Figura 4

Compresión a pilar albañilería



Nota: En la figura se puede observar cómo se realiza la compresión a pilar albañilería, NTP, 2013. Extraído de la web: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

La muestra apilada fue puesta al ensayo, para lo cual se procedió a cubrir con yeso cemento la superficie que va tolerar la carga de la prensa Amsler. El material cerámico de la pila tiene 28 días de edad. Asimismo, las deformaciones que se generan por la carga máxima fueron registradas con el deformímetro, esto se realizó cada 2000 kg en el dial de la carga. el fin, según fórmula, es producto del cociente del área de la pila y la carga máxima sometida.

$f_m = \frac{C_{max}}{\text{ÁREA}}$	Donde: Resistencia a compresión axial (kg/cm ²): f_m Área de contacto (cm ²): Área Carga máxima: C_{max}
-------------------------------------	--

2.2.7.13. CORTE EN MURETES DE ALBAÑILERÍA

De acuerdo a las referencias que hace mención la NTP 339.134 INDECOPI (2013), para esta prueba se realizó 3 muestras de muretes, los ladrillos fueron asentados se sogá, las dimensiones

del bloque del murete es de 60x60x13cm. Por sus propiedades físicas que absorción y succión bajo no fueron hidratadas, el mortero tuvo una dosificación de tipo P2 1:4 (cemento:arena), los ladrillos de los muretes fueron asentando con toda la simetría, verticalidad y horizontalidad del caso. Luego de generar las muestras, fueron curadas por 7 días, con 3 rocío de agua por día.

Figura 5

Corte de muretes



Nota: En la figura se pueden observar cómo son los cortes de muretes, NTP, 2013. Extraído de la web: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

El área bruta se determinó de la media de la suma del largo y la altura, multiplicado por el espesor. Y la resistencia de compresión axial es el cociente entre la carga máxima y el área bruto. Ver la siguiente fórmula.

$ab = \frac{L + H}{2} \times t$	Dónde: Resistencia a compresión axial (kg/cm ²): <i>vm</i> Área bruta del espécimen (cm ²): <i>ab</i> Largo del murete(cm): <i>L</i> Altura del murete(cm): <i>H</i> Espesor del murete(cm): <i>t</i>
$Vm = \frac{0.7 + Cmax}{ab}$	

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Albañilería confinada:** Según la Norma Técnica E.070 (2012) señala que la albañilería reforzada que tiene componentes de concreto armado en el área que pertenece.
- **Amenaza Sísmica:** De acuerdo a Vargas (2021) nos indica se trata de los valores esperados de los hechos futuros en materia de sismo en el área de interés y van cuantificándose hablando de las aceleraciones horizontales las áreas que se esperan, ya que poseen el porcentaje de que exceda en un periodo específico.
- **Carga muerta:** De acuerdo a Ferrovial (2021) nos indica que vienen siendo las cargas verticales debidas a las consecuencias de la gravedad de las masas, o pesos, de la mayoría de los componentes constantes pudiendo ser de estructuras o que no tengan estructura.
- **Carga Viva:** De acuerdo a Ferrovial (2021) nos indica que se trata de las cargas debidas a usarse de las estructuras, que no incluya las cargas muertas, fuerzas del aire o sismos.
- **Confinamiento:** De acuerdo a la Norma Técnica E.070 (2012) se trata del grupo de componentes horizontales y verticales de concreto armado, donde el rol se trata de brindar elementos dúctiles a los muros portantes.
- **Diseño de mezcla:** De acuerdo a Vera (2017) nos indica que un diseño mezcla debe de cumplir las dosificaciones correctas en fase fresca que sean manejables, resistentes, durables y económicas.
- **Elementos No Estructurales:** De acuerdo a Termiser (2015) nos indica que estos componentes o elementos de las estructuras que no constituyen las estructuras desde su base.
- **Escombro:** De acuerdo a Agudelo et al. (2020) nos indican que todas las formas de residuos sólidos, en consecuencia, de demolición, reparaciones de casas o construcciones de edificaciones de construcción; dicho de otra

manera, lo que resulta de las acciones que se dan de las edificaciones urbanas.

- **Impacto ambiental:** Según la ISO 14001 (2015) cualquier se trata de las transformaciones del contexto ambiental, pudiendo ser adversos o beneficiosos, teniendo las consecuencias totales o parciales de las características del ambiente dentro de una entidad.
- **Lixiviado:** De acuerdo a Ley 1259 (2008) nos indica que se trata de la mezcla en estado líquido, de textura y color amarillento y de origen ácido que sale de los desechos o residuos orgánicos, como uno de los bienes que se derivan de esta descomposición.
- **Medio ambiente:** De acuerdo a Castillo et al. (2017) nos indican que se trata de la relación determinada que hay entre el ser humano y el contexto, pudiendo ser esta artificial o natural.
- **Mortero:** De acuerdo a Ferrovia (2021) nos indica que son materiales empleados con la finalidad de dar adherencia horizontalmente y verticalmente a las unidades dentro del sector albañil.
- **PET:** De acuerdo a Alesmar et al. (2008) nos indican que se trata del tereftalato de polietileno, politereftalato de etileno, polietilenotereftalato o polietileno tereftalato (comúnmente llamado por su abreviatura inglesa, polyethylene terephthalate) se trata de una forma de plástico que se usa comúnmente en botellas de plástico y la textilera. Este es el principal material que después de ser triturado muy finamente, será usado como adición al mezclado del concreto para la elaboración de ladrillos de plástico.
- **Reciclar:** Según la Norma Técnica E.070 (2012) que se tratan de procesos a través de los cuales a los residuos sólidos pueden recuperar su figura y utilidades originales, entre otras cosas.
- **Residuo sólido recuperable:** De acuerdo a ISO 14001 (2015) que se trata de todos los residuos sólidos al que, a través de un adecuado

procedimiento, se les da uso a sus particularidades originales diversos usos.

- **Residuo sólido:** De acuerdo a ISO 14001 (2015) que se trata de todos los materiales, orgánicos o inorgánicos, y que tengan el origen compacto, que fueron desechados después de consumir sus partes vitales.
- **Residuos Sólidos Urbanos (RSU):** De acuerdo a ISO 14001 (2015) que se trata de los residuos sólidos urbanos (RSU) van definiéndose en las Normas de Residuos ya sea los que se originan en los hogares, compras, lugares de trabajo y bienes, generalmente, así como esos que no posean el valor dañino y de acuerdo a su origen natural o constituirse logren dar asimilación a lo que se produce en ambientes anteriores o tareas.
- **Sitio de disposición final:** De acuerdo a ISO 14001 (2015) se trata de los lugares, técnicas y que se hallan acondicionados ambientalmente, ya que se dispondrán los desechos. Esos lugares también son llamados Rellenos Sanitarios.
- **Tabiquería:** Según la Norma Técnica E.070 (2012) que son muros no portantes de soporte erguido usado con el fin de hacer subdivisiones del ambiente.
- **Unidad de albañilería:** Según la Norma Técnica E.070 (2012) que vienen siendo bloques o ladrillos hechos de arcillas cocidas. Pudiendo estar en estado sólido huecos o alveolares o tubulares.
- **Unidad de mampostería de perforación horizontal:** Como lo indica la Norma Técnica E.070 (2012) que se trata de los huecos o celdas siendo paralelamente a la superficie o cara en donde se fundamentan los muros.
- **Unidad de mampostería de perforación vertical:** De acuerdo la Norma Técnica E.070 (2012) que se trata de las celdas o huecos siendo perpendicularmente a la superficie o cara en donde se fundamentan en los muros.

- **Unidades macizas (ladrillos) (M):** De acuerdo a la Norma Técnica E.070 (2012) se tratan de mampuestos aligerados con diminutos huequitos donde tiene el volumen menor del veinticinco por ciento del total o, asimismo, no poseen perforaciones.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

HGi: La influencia del plástico reciclado no es favorable en su totalidad en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.

HGo: La influencia del plástico reciclado es favorable en su totalidad en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Hi₁: La influencia del plástico reciclado no es favorable en su totalidad a las propiedades mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.

Ho₁: La influencia del plástico reciclado es favorable en su totalidad a las propiedades mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.

Hi₂: La influencia del plástico reciclado no es favorable en su totalidad a las propiedades físicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.

Ho₂: La influencia del plástico reciclado es favorable en su totalidad a las propiedades físicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.

Hi₃: La influencia entre las propiedades física y mecánicas es alto en las distintas proporciones del plástico reciclado en el ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.

H₀₃: La influencia entre las propiedades física y mecánicas no es alto en las distintas proporciones del plástico reciclado en el ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Propiedades físicas y mecánicas

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Plástico reciclado (PET)

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Dimensiones	Indicadores	Enfoque, tipo variable y escala	Técnicas e instrumentos
Variable Independiente Plástico Reciclado PET	Plástico PET triturado	Concentraciones por m ³ (10%, 25%, 40%, 55%, 65% y 80%)	Cuantitativo Numérico razón	Observación Ficha de recolección de datos NTP 070
Variable dependiente Propiedades Físicas y Mecánicas	Mecánicas Físicas	Esfuerzo de compresión Peso Succión Absorción Peso volumétrico Peso unitario	Cuantitativo Numérico Razón	Observación Ficha de recolección de datos NTP 070

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Fue de tipo aplicada, ya que en la investigación utilizó fuentes de conocimiento desplegadas de libros, artículos científicos, investigaciones precedentes y parámetros técnicos normativos de reglamentos nacionales e internacionales. Esto sirvió para la generación de un nuevo conocimiento productivo que va aportar en la creación de una nueva tecnología alterna para la construcción civil.

De acuerdo a Gerena (2006), el estudio aplicado tiene que poseer el conocimiento y hacer que se practique, realizando indagaciones de carácter científico con el fin de hallar conclusiones a diversas características de mejorar los contextos diarios.

“Se trata de una secuencia de tareas con el fin de usar esos objetivos de tecnología y ciencia en procedimientos de producción a una escala grande: industrias, agronomía, comercialización, entre otros” (Caballero, 2014, p. 39).

3.1.1. ENFOQUE

La investigación fue de enfoque cuantitativo ya que los resultados adquiridos de las pruebas y controles fueron de escala de tipo razón, numéricas. Estos parámetros nos permitieron describir de forma más exacta los cambios físicos y mecánicos del ladrillo de concreto conforme se incrementaba la proporción de plástico reciclado.

De acuerdo a Sampieri et al (2014), la investigación es de enfoque cuantitativo ya que los resultados se van a expresar de forma numérica, el cual permite valorar la escala de variable y contrastarlo de formas más precisa con las hipótesis.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Fue explicativo, ya que el propósito de este estudio es evaluar las relaciones e interacciones entre ambas variables, ya que estamos estudiando los orígenes que provocan la varianza de los resultados al manipular las variables independientes. Según Hernández et al., (2006) El estudio explicativo intenta darle conceptos al origen de las acciones que se van estudiando.

3.1.3. DISEÑO

El diseño fue experimental, de tipo preexperimental con una sola observación para cada dosificación, con el propósito de valorar el efecto del plástico en sus distintas proporciones sobre las propiedades físicas y mecánicas, el diseño es el siguiente:

Esquema de la investigación

GE1 X (Dosificación 1)...O1

GE2 X (Dosificación 2)...O2

GE3 X (Dosificación 3)...O3

GE4 X (Dosificación 4)...O4

GE5 X (Dosificación 5)...O5

GE6 X (Dosificación 6)...O6

Donde:

GE1, GE2, GE3, GE4, GE5, GE6: Grupo Experimentales.

X: tratamiento en las proporciones 10%, 25%, 40%, 55%, 65%, 80%

O1, O2, O3, O4, O5 y O6: Observaciones

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Según Hernández et al. (2014), se trata de la combinación de la mayoría de contextos que coinciden con especificaciones determinadas.

La población estuvo conformada por todas las pruebas y tratamientos sucesivos y potenciales que se puede realizar entre el ladrillo de concreto y el plástico reciclado triturado.

3.2.2. MUESTRA Y MÉTODO DE MUESTREO

Según Palella y Martins (2012), puede ser un pedazo o los subconjuntos de la población internamente en donde pueden tener particularidades parecidas de modo que sea lo más similar.

La muestra que se consideró es de 18 unidades de ladrillo o probetas, distribuidas en 6 tratamientos, cada uno con su respectiva dosificación. Ver la Tabla 9.

Tabla 10

Datos técnicos del polietileno tereftalato

N° Unidades	Tratamiento Ensayo	Dosificación	Peso de plástico triturado
3	Compresión-pf	10%	996.6 gramos
3	Compresión-pf	25%	2491.9 gramos
3	Compresión-pf	40%	3986.4 gramos
3	Compresión-pf	55%	5481.0 gramos
3	Compresión-pf	65%	6478.0 gramos
3	Compresión-pf	80%	7973.0 gramos
			27.400 kilos de PET triturado

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

La observación: esta técnica es estructurada, es decir, en soporte de fichas y/o formatos de registro se recopilaron datos e información de las pruebas de compresión de las 18 Unidades con sus respectivos tratamientos y dosificaciones de plástico reciclado triturado.

Las Unidades muestrales de ladrillo generadas tienen los siguientes materiales, herramientas, accesorios, equipos, máquinas y procedimientos:

Materiales

- Agregado grueso
- Confitillo
- Plástico PET triturado
- Agua

Herramientas y accesorios

- Probetas graduadas
- Balanza analítica
- Mallas de tamizaje
- Molde para los ladrillos

Máquina y equipos

- Máquina trituradora de plástico
- Horno de laboratorio
- Máquina compresora modelo PC-180

Procedimientos

- 1º. Como primer paso se determinó las características granulométricas del agregado grueso y el confitillo, ver anexo.
- 2º. Se realizó el diseño de la mezcla en las proporciones 1:2, 1:3 y 1:4, donde se determinó el que tiene mayor resistencia, el cual sirvió como muestra patrón.
- 3º. Sobre la mezcla de 1:2 se trabajó los tratamientos. Se agregó las dosis de 10%, 25%, 40%, 55%, 65% y 80% de plástico triturado.
- 4º. En base a las dosis se realizó tres unidades de ladrillo para cada dosificación. Una vez fraguado luego de las 24 horas se procedió a codificar las muestras. Y posteriormente se realizó los curados en agua a temperatura de ambiente.
- 5º. Luego de los 28 días, se realizó el estudio de las propiedades físicas, datos que fueron registrados en una ficha.

6º. Posteriormente se realizó los ensayos de compresión, determinándose las fuerzas de compresión de los ladrillos de concreto en adición de plástico reciclado triturado.

Análisis documental. Esta técnica permitió revisar las normativas vigentes respecto al diseño de materiales de albañilería, como es la Norma e 070. En apoyo de unas fichas se extrajo los parámetros a considerar en el diseño del ladrillo de concreto, como también los límites permisibles en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Los resultados fueron presentados de la siguiente manera:

- 1º. Para los estudios de granulometría y demás propiedades mecánicas y físicas de los agregados fueron presentados en formatos preestablecidos por el laboratorio (Ver Anexo: Estudio Granulométrico).
- 2º. En lo que respecta el diseño de la mezcla de fue presentado en una hoja de cálculo (Ver Anexo: Diseño de mezcla).
- 3º. En lo que respecta a los resultados de compresión son presentados en formatos preestablecidos por el laboratorio.
- 4º. En lo que respecto los resultados del análisis estadístico estos fueron presentados en tablas y figuras.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

La técnica que se utilizó es el *análisis estadístico*, que consistió en aplicar la regresión lineal para conocer la R cuadrado de determinación, es decir con esto se evidencio si la resistencia de compresión tiene una proporcionalidad con respecto a las dosis de plástico triturado. El comportamiento de las propiedades físicas conforme se incremente la dosis, por último, se hizo la interacción entre las propiedades mecánicas y físicas para demostrar su nivel de dependencia.

El instrumento que se utilizó fue el programa Excel y el programa SPSS. V23, estos programas permitieron analizar los comportamientos

de las variables en función de las dosis. Los datos recopilados en las fichas de laboratorio fueron exportados a estos programas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

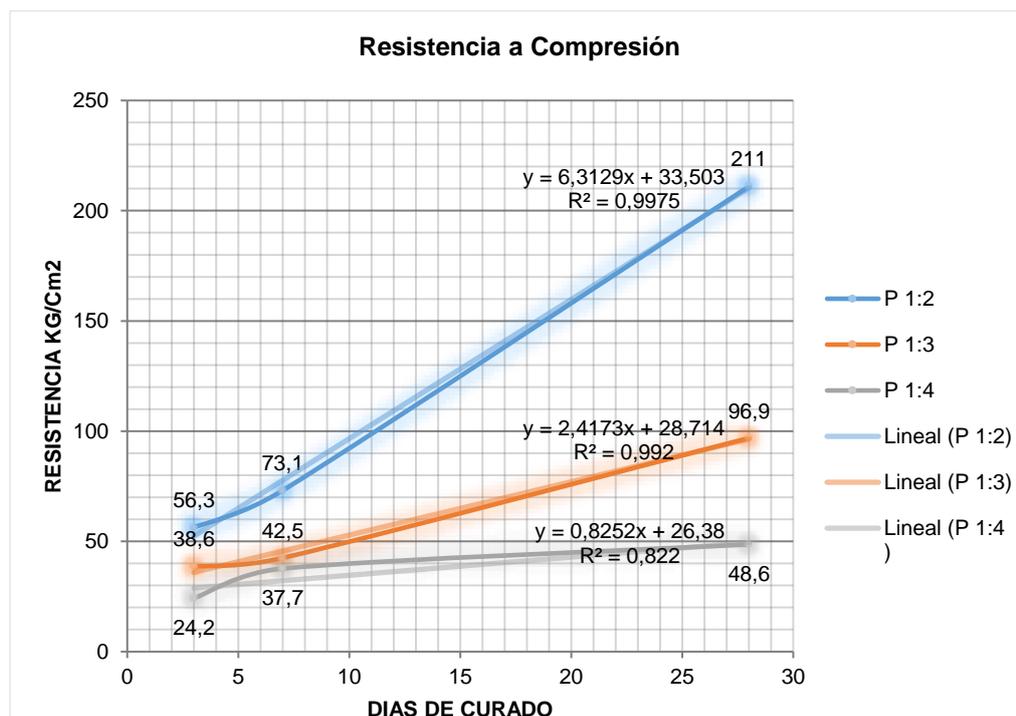
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DE LOS DISEÑOS DE CONCRETO COMO PATRÓN

Se realizó a los tres diseños de concreto en las proporciones de 1:2, 1:3 y 1:4. Fueron curados y analizados a los 7, 14 y 28 días para conocer el comportamiento de cambio de las resistencias. Ver figura.

Figura 6

Curva de resistencia a la compresión de diferentes diseños de mezcla para agregado fino



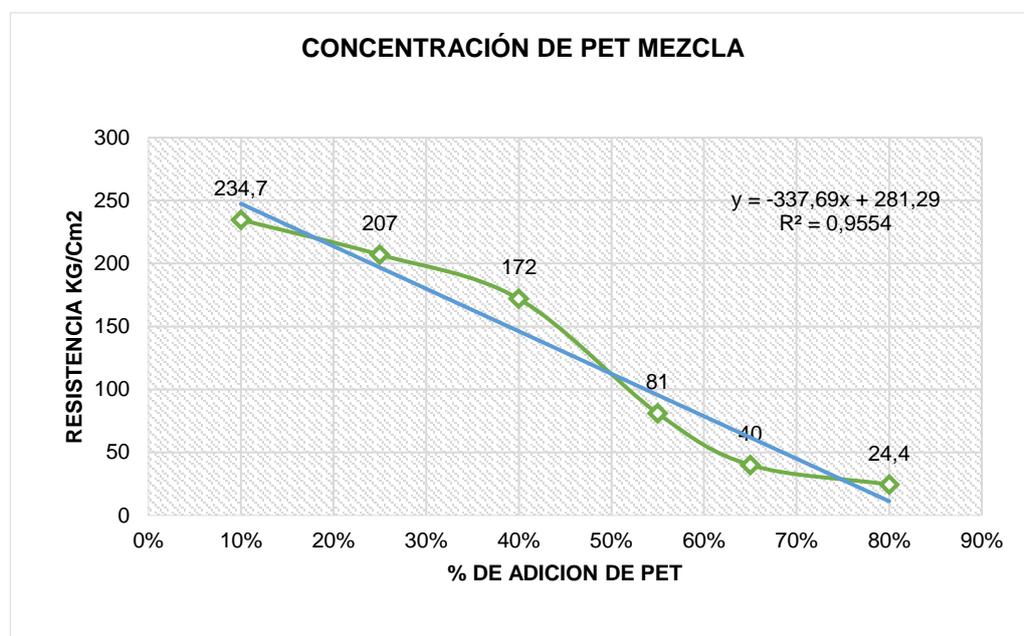
Interpretación. En la figura 6 se puede apreciar que la mezcla de 1:2 tiene mayor resistencia en todos sus días de curación con respecto al demás diseño de mezcla; a los 28 días el concreto alcanza una resistencia de 211kg/cm², por lo que se tomará como referencia dicho diseño. Asimismo, se puede evidenciar una determinación alta de 0.9975.

4.1.2. RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO EN LAS DISTINTAS DOSIS DE PLÁSTICO PET TRITURADO

Luego de haber realizado la curación de los ladrillos de concreto en adición del plástico triturado PET se sometió a las fuerzas de compresión. Se calculó los promedios de las tres unidades de ladrillo de cada uno de los 6 tratamientos, los resultados se muestran en la figura 7.

Figura 7

Curva de resistencia a la compresión de diferentes % de mezcla con adición de PET

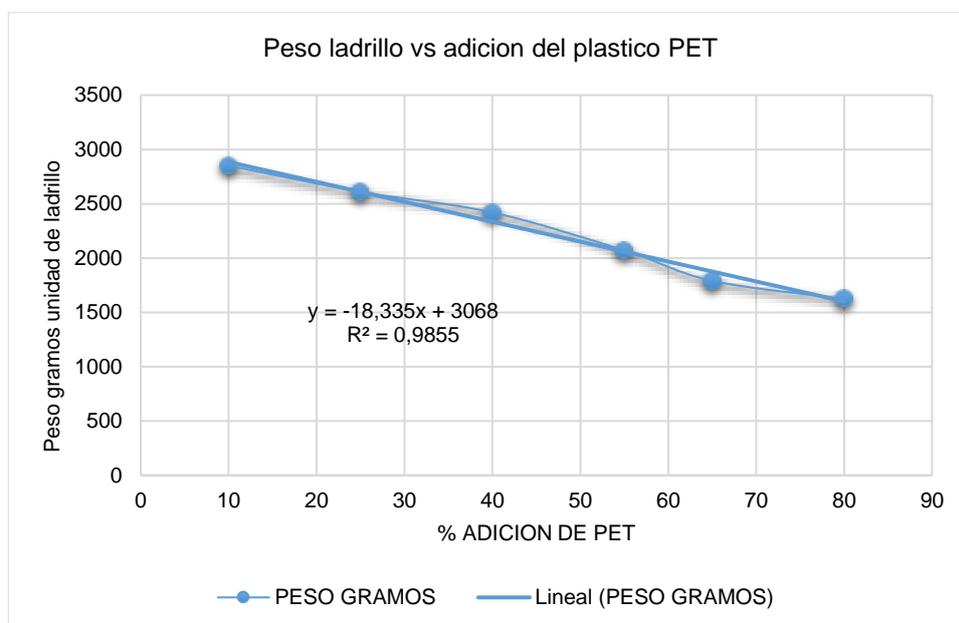


Interpretación. De la figura se puede describir que la resistencia del ladrillo de concreto en adición del plástico disminuye conforme se incrementa las dosis en sus tratamientos, el comportamiento es variado.

4.1.3. PESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO EN LAS DISTINTAS DOSIS DE PLÁSTICO PET TRITURADO

Figura 8

Peso de ladrillos con respecto % de adición del plástico PET



A mayor adición de PET mayor livianos son los ladrillos.

4.1.4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO EN LAS DISTINTAS DOSIS DE PLÁSTICO PET TRITURADO

Una vez obtenido el ladrillo con diferentes % de PET en su composición se procedió a realizar la prueba de absorción, en la cual se puso solamente a 3 tipos de ladrillos que alcanzaron la resistencia requerida. Con 10% 25% y 40% de adición de PET, estas unidades de albañilería fueron puestas por 24 horas en un horno a 180 °C después de ello fueron remojadas en agua libre de cloro por 24 horas. Asimismo, los ladrillos deben tener una absorción máxima de 12%. La baja absorción de las unidades indica que no necesitan ser regadas horas antes del asentado de la albañilería, lo cual se puede ver en la gráfica siguiente.

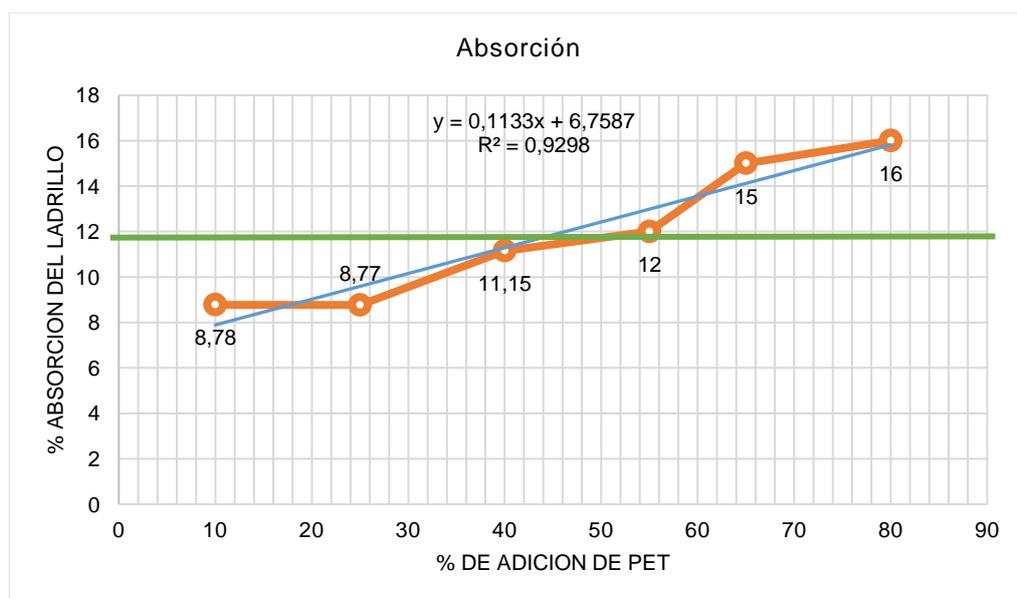
Tabla 11

Datos acerca de la absorción

Absorción			
Muestra	Peso seco	Peso húmedo	% absorción
10% PET	2850	3100	8.78
25% PET	2620	2850	8.77
40% PET	2420	2690	11.15
55% PET	2125	2380	12.00
65% PET	1825	2100	15.00
80% PET	1756	2040	16.00

Figura 9

Absorción de las unidades de ladrillo



4.1.5. CANTIDAD DE SUCCIÓN DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO EN LAS DISTINTAS DOSIS DE PLÁSTICO PET TRITURADO

Las unidades de albañilería que presenten una succión mayor a 20gr/200cm²-min deberán ser regados durante 30 min de 10 a 15 horas antes del asentado, vemos que los ladrillos no lo necesitaron pues presentaron una succión menor a la establecida en la norma. Asimismo,

los resultados que se presentan a continuación nos indican que los ladrillos que tengan mayor adición de PET tienen una menor succión como se puede ver en la gráfica.

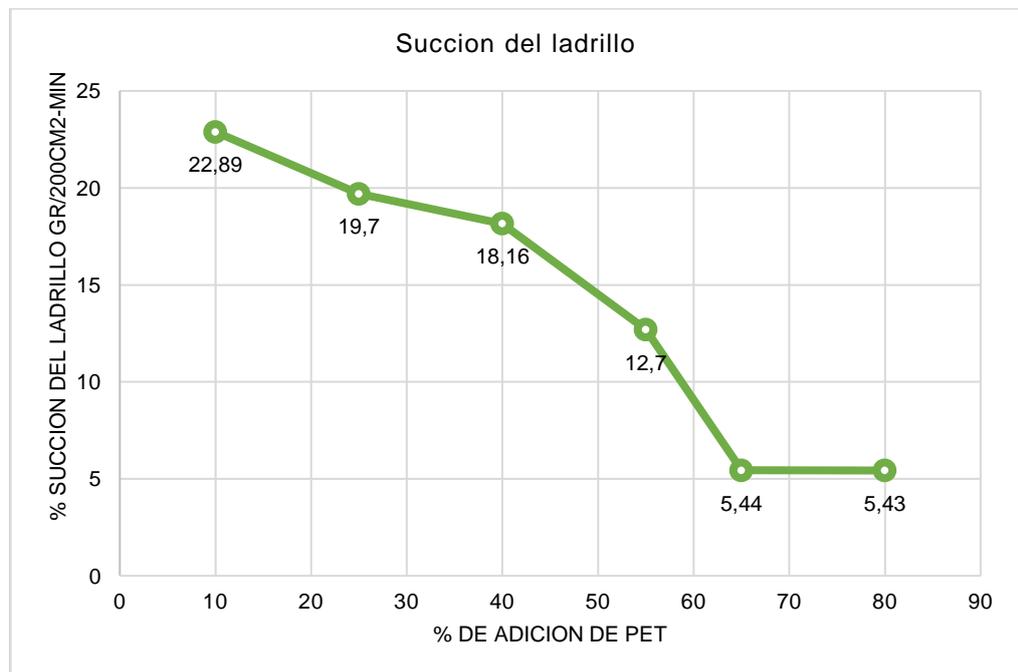
Tabla 12

Datos acerca de la succión

MUESTRA	V1(CM3)	V2(CM3)	ÁREA DE ASENTADO	SUCCIÓN
10% PET	2751.98	2740	220 CM2	22.89gr/200Cm2-min
25% PET	2751.98	2738	220 CM2	19.70gr/200Cm2-min
40% PET	2751.98	2732	220 CM2	18.16gr/200Cm2-min
55% PET	2751.98	2738	220 CM2	12.70gr/200Cm2-min
65% PET	2751.98	2746	220 CM2	5.44gr/200Cm2-min
80% PET	2751.98	2746	220 CM2	5.43gr/200Cm2-min

Figura 10

Succión de las unidades del ladrillo



4.1.6. PESOS VOLUMÉTRICOS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO EN LAS DISTINTAS DOSIS DE PLÁSTICO PET TRITURADO

Como se puede observar en la gráfica cuanto mayor sea la adición de PET más liviano será el material y por ende alcanzará una menor resistencia.

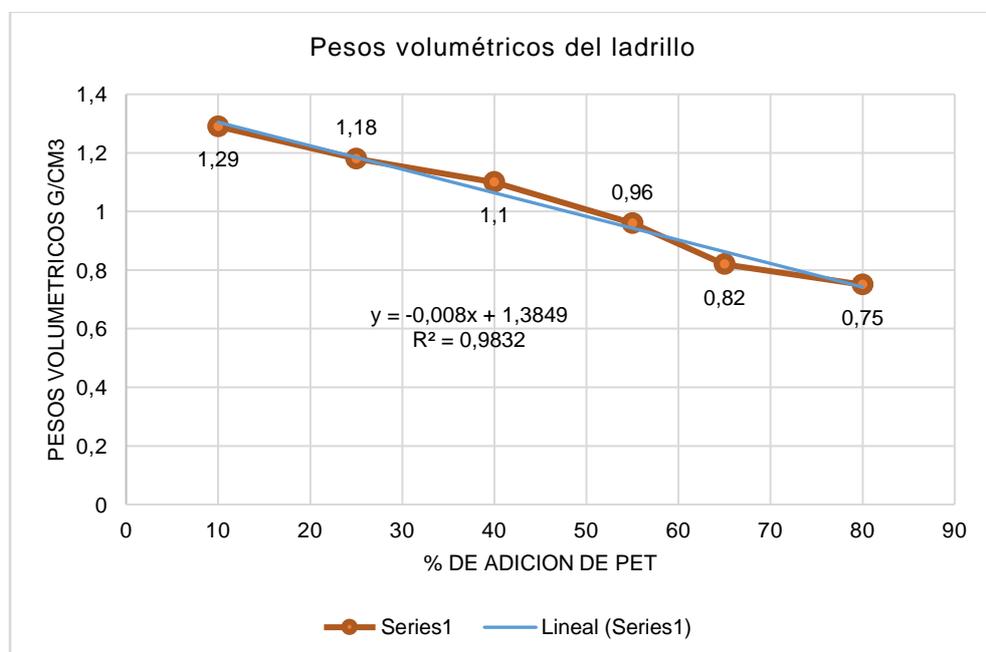
Tabla 13

Resultados de pesos volumétricos con adición de %PET

MUESTRA	Gramos /cm ³
10% PET	1.29
25% PET	1.18
40% PET	1.10
55% PET	0.96
65% PET	0.82
80% PET	0.75

Figura 11

Pesos volumétricos de las unidades de ladrillo



4.1.7. VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO EN LAS DISTINTAS DOSIS DE PLÁSTICO PET TRITURADO

Tabla 14

Variación dimensional con adición de %PET

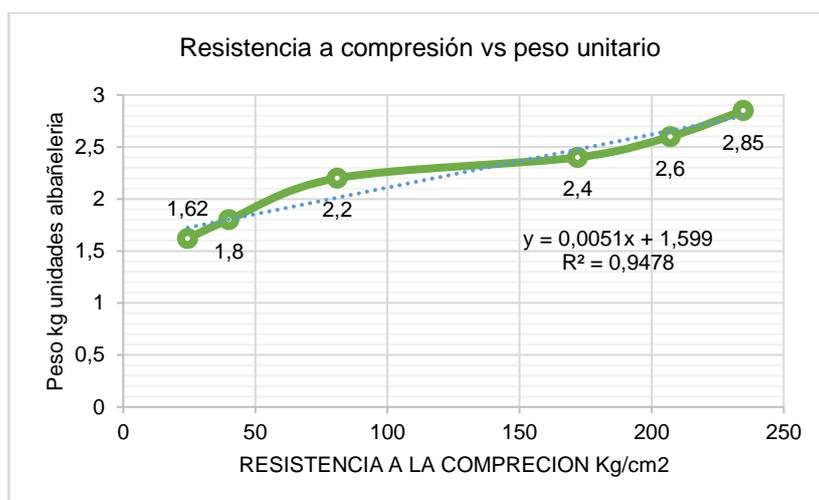
VARIACIÓN DIMENSIONAL			
	Largo De Fabricación	Ancho De Fabricación	Altura De Fabricación
	Variación dimensional (%)	Variación dimensional (%)	Variación dimensional (%)
10%PET	0.23	0.4	1.4
25%PET	0.14	0.8	0.3
40%PET	0.23	0.3	0.3
55%PET	0.09	0.3	0.4
65%PET	0.82	1.7	0.8
80%PET	0.18	1	1.1

4.1.8. RESISTENCIA A COMPRESIÓN VS PESO UNITARIO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO EN ADICIÓN DEL PLÁSTICO PET

Como se puede observar en la gráfica la mayor compresión se obtiene al 10 % de adición del plástico en la mezcla cuyo peso estándar promedio es de 2850 gramos por unidad de ladrillo. Asimismo, se puede observar que a mayor adición de PET más liviano será la unidad de albañilería.

Figura 12

Resistencia a Compresión vs Peso unitario



4.1.9. RESISTENCIA A COMPRESIÓN VS SUCCIÓN DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO EN ADICIÓN DEL PLÁSTICO PET

Solo los ladrillos con adición del 10% de plástico reciclado serán sometidos a regados durante 30 min de 10 a 15 horas antes del asentado.

Figura 13

Resistencia a Compresión vs Succión

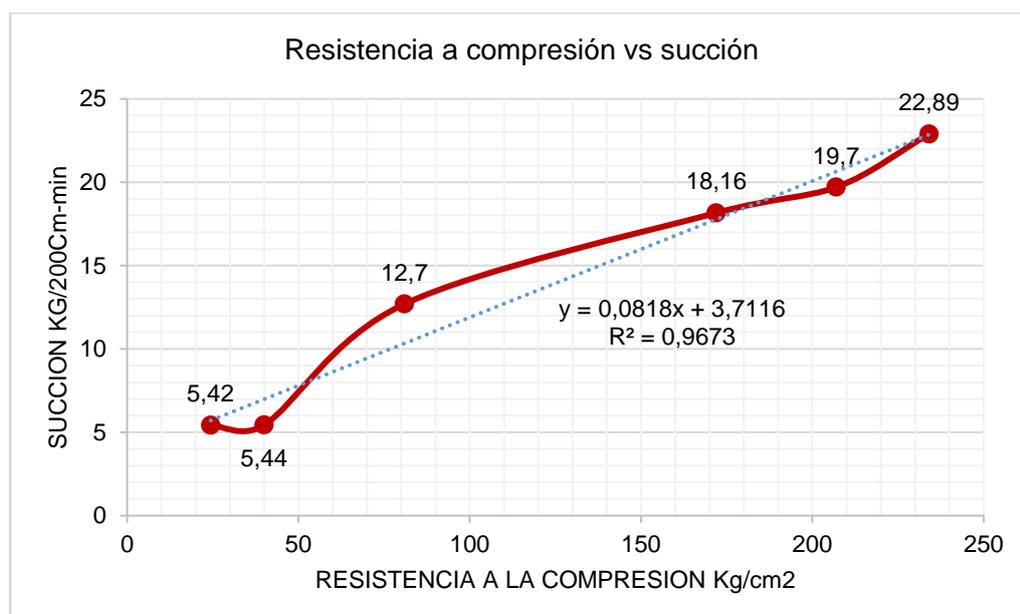


Tabla 15

Succión, Resistencia y adición

Succión gr/200Cm2-min	Resistencia kg/Cm2	Adición PET
22.89gr/200Cm2-min	234.1	10%
19.70gr/200Cm2-min	207	25%
18.16gr/200Cm2-min	172	40%
12.70gr/200Cm2-min	81	55%
5.44gr/200Cm2-min	40	65%
5.42gr/200Cm2-min	24.4	80%

4.1.10. RESISTENCIA A COMPRESIÓN VS ABSORCIÓN DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO EN ADICIÓN DEL PLÁSTICO PET

Figura 14

Resistencia a Compresión vs Absorción

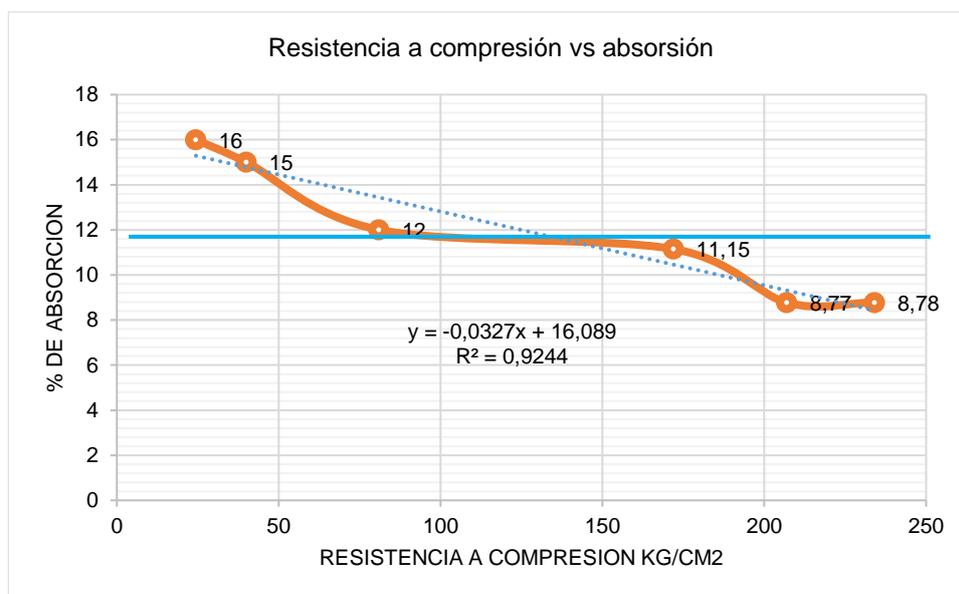


Tabla 16

%Absorción, resistencia y adición PET

% Absorción	Resistencia kg/cm2	% Adición PET
8.78	234.1	10
8.77	207	25
11.15	172	40
12	81	55
15	40	65
16	24.4	80

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

- **Hipótesis general**

HGi: La influencia del plástico reciclado no es favorable en su totalidad en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.

HGo: La influencia del plástico reciclado es favorable en su totalidad en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.

Conclusión: de las hipótesis específicas se puede concluir que las propiedades físicas y mecánicas en contraste con las normas de albañilería mejoran solo en algunos de sus tratamientos con las distintas dosis de plástico PET, ante ello se acepta la hipótesis de investigación “La influencia del plástico reciclado no es favorable en su totalidad en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023”

- **Hipótesis específico 1**

Hi₁: La influencia del plástico reciclado no es favorable en su totalidad a las propiedades mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.

Ho₁: La influencia del plástico reciclado es favorable en su totalidad a las propiedades mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.

Conclusión: De los resultados se puede mencionar como primer punto, que la resistencia de compresión de los ladrillos de concreto en todos sus tratamientos con plástico PET es menor que la resistencia del ladrillo de concreto patrón. A los 28 días la resistencia del ladrillo patrón es de 211kg/cm², y en lo que corresponde a los ladrillos con plástico el de 10% es de 234kg/cm², solo en esta dosis del 10% la resistencia de mayor, en los demás tratamientos es menor. Sin embargo, en contraste con las normas se puede indicar que solo los de las dosis 10%, 25% y 40% cumplen con la resistencia requerida. Ante ello se acepta la hipótesis de investigación “La

influencia del plástico reciclado no es favorable en su totalidad a las propiedades mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023”.

- **Hipótesis específico 2**

Hi₂: La influencia del plástico reciclado no es favorable en su totalidad a las propiedades físicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.

Ho₂: La influencia del plástico reciclado es favorable en su totalidad a las propiedades físicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023

Conclusión: De la descripción de las propiedades físicas se puede evidenciar que hay una variación significativa conforme se incrementa los tratamientos con las dosis de plástico PET, en lo que corresponde la propiedad del peso se puede mencionar que conforme se incrementa las dosis el peso del ladrillo disminuye, haciéndolo más liviano; en lo que corresponde a la absorción, comprendido como máximo el 12%, se puede decir, que de la proporción 10% de dosis hasta la proporción 55% cumplen; en lo que respecta a la succión, se ha determinado que el ladrillo de 10% de dosis es el único que requeriría de hidratación, ya que su succión es mayor de 20gr/200cm²-min. De ello se puede se puede aceptar la hipótesis de investigación “La influencia del plástico reciclado no es favorable en su totalidad a las propiedades físicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023”.

- **Hipótesis específico 3**

Hi₃: La influencia entre las propiedades física y mecánicas es alto en las distintas proporciones del plástico reciclado en el ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.

Ho₃: La influencia entre las propiedades física y mecánicas no es alto en las distintas proporciones del plástico reciclado en el ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.

Conclusión: En lo que respecta la resistencia versus el peso se puede evidenciar que conforme se incrementa las proporciones de plástico el peso del ladrillo de concreto en su estado endurecido disminuye, y este relacionado

con la resistencia también disminuye. La R cuadrado de determinación que es igual a 0.9478 indicando que existe una proporcionalidad alta entre las dos variables dependientes. En lo que corresponde a la succión, los tratamientos con dosis de plástico que tienen más resistencia tienen más succión, tiene una R cuadrado de 0.9673 indicando que existe una proporcionalidad alta entre las dos variables dependientes. En lo que corresponde a la absorción, los tratamientos con dosis de plástico que tienen más resistencia son los que presentan menos absorción, tiene una R cuadrado de 0.9244 indicando que existe una proporcionalidad alta entre las dos variables dependientes. De ello se puede aceptar la hipótesis de investigación “La influencia entre las propiedades física y mecánicas es alto en las distintas proporciones del plástico reciclado en el ladrillo de concreto en Huánuco – 2023”.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. PRESENTACIÓN DE LA CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Según el objetivo de la investigación se determinó la influencia del plástico reciclado PET, en las proporciones de 10%, 25% 40% 55% 65% y 80% a los 28 días, en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto. Es decir, con respecto a las propiedades mecánicas en las proporciones de 10%, 25% 40% con resistencia de 234.7kg/cm², 207 kg/cm² y 172 kg/cm² se ajustan a lo que requiere la norma e 070, es decir, bajo las normativas consideradas como referencia se ajustan de forma total algunos tratamientos, esta afirmación se ratifica con lo que menciona Velásquez (2021), quien menciona que los bloques de concreto con la adición de plástico PET cumplen con los lineamientos y parámetros de la NTC 4205-2 y NTC 4205-3, como también determinado que puede ser un material ecoeficiente que sostiene el medio ambiente, además que puede ser utilizado para elementos no estructurales, como tabiques, fachadas y demás uso responsables. La producción de este elemento de albañilería es una alternativa en la construcción y reduce el impacto negativo con el medio ambiente, ya que cada día crece la población y la generación de residuos sólidos también crece, ante esto muchos estudios están en la competencia de proponer materiales menos densos y con mayor resistencia, en adición de múltiples elementos orgánicos e inorgánicos, tal es el caso de Cardona et al. (2020), quien generó un ladrillo en adición de la mezcla de vidrio y plástico, determinando un aumento en la densidad y resistencia de compresión, asimismo, los estudios macroscópicos han indicado que existe una interacción entre los agregados y el plástico, asociada con la mayor rugosidad del agregado, lo cual estuvo en concordancia con los resultados de la resistencia a la compresión.

La resistencia del ladrillo en adición del 10% del plástico triturado mejora en un 11.2% con respecto al ladrillo patrón de proporción 1:2, en los demás

tratamientos la resistencia es menor. Esta conclusión se complementa con la investigación de Pérez (2021) en las condiciones de que el autor utilizó como patrón un ladrillo de concreto de 230 kg/cm² de dimensiones 60cm x 60cm x 13 cm, que cuando adiciono un 10% del material sintético del plástico está incrementó a un 232.33 kg/cm², con una incorporación del 25% del plástico tuvo un incremento en 258.90 kg/cm² y se añadió una proporción del 40% esta empezó a descender mostrando una resistencia de 189.01 kg/cm²; por otra parte, se determinó que la adición del plástico reduce la variación de las dimensiones del material dando con esto un precisión y calidad en su producción.

Los ladrillos ensayados se alinean a ciertos tipos como lo describe la norma, en lo que corresponde a Campos et al. (2019) diseño un ladrillo en adición de PET de tipo IV con respecto a la Norma Técnica E.070, concluyendo, los bloques de cemento, arena, piedra y plástico tienen una mayor resistencia a la compresión con la proporción más baja de plástico. Asimismo, Arroyo (2019), en su investigación con la incorporación de plástico en ladrillos machimbreados de concreto ha determinado que proporciones mayores del 15% de plástico disminuyen la resistencia del cerámico y su propiedad física de absorción, pero también demostro que la resistencia de flexión e impactos. De acuerdo a Echevarría (2017), investigó un ladrillo pero con las dosis menores (3%, 6%, 9% PET) a las dosis de plástico de la presente investigación corroborándose que la succión y absorción aumentan a medida que se incluye el PET en la mezcla, en el peso unitario volumétrico disminuye un máximo de 14% comparado con el ladrillo patrón (0% PET), y lo que corresponde a la resistencia de compresión debido a que el peso específico de los agregados reemplazados es mayor al peso específico del PET reemplazante, la resistencia a compresión de los tres tipos de ladrillo de concreto – PET son $f'b = 127.08$ kg/cm², $f'b = 118.80$ y $f'b = 110.46$ kg/cm² para porcentajes de 3%, 6% y 9%, y presentan una disminución máxima de la resistencia a compresión de 51.5kg/cm² o 31.8%, respecto del ladrillo patrón (0% PET) $f'b = 161.96$ kg/cm². Clasificando al ladrillo patrón (0% PET) como unidad de albañilería Clase IV y a los ladrillos de concreto - PET (3%, 6%, 9% PET) como unidad de albañilería Clase III. Villegas (2022), evidenció que la

adición de plástico reduce el peso del bloque de concreto, haciendo aún más ligero y apto para estructuras de tabiquería. En los estudios de resistencia, del bloque en incorporación del este poliestireno triturado, se han observado resultados que tienden del promedio de resistencia que estipula la norma de albañilería E.070, es decir de 29.11kg/cm², esta prueba se realizó a los 28 días de edad. Espíritu (2021) evidencia que en una dosis de 6.50gr el material marco una resistencia de 27.80 Kg/cm², concluyendo que su uso es óptimo para la construcción, como muros, tabiques, cercos, entre otros elementos de mampostería, en lo que respecta la prueba de absorción se determinó que las cuatro muestras ensayadas alcanzaron la absorción requerida que es de 22% siendo eficientes; en tanto el ladrillo con concentración de fibra de plástico PET de 6.50gr el cual alcanzó una absorción de 17.78% muy por debajo del requerimiento máximo entonces es el más ideal para su uso y realizado los cálculos concernientes a la densidad del ladrillo 03 de los ladrillos alcanzaron el requerimiento que especifica la norma mientras que el ladrillo con 4.30gr de fibra PET está ligeramente por debajo de lo requerido.

5.2. APOORTE CIENTÍFICO DE LA INVESTIGACIÓN

Corresponde a la determinación de las resistencias a la compresión de los ladrillos de concreto en adición de plástico reciclado PET triturado. Solo el tratamiento de la dosis del 10% de plástico supera en 11.2% con respecto al ladrillo patrón de proporción 1:2; en los demás tratamientos la resistencia es menor, sin embargo, conforme a las normativas, los ladrillos con dosis de 10%, 25% y 40% alcanzar la resistencia requerida. Otro de los puntos importantes es la propiedad de la absorción y succión, en la absorción los ladrillos con dosis de plástico de 55%, 65% y 80% requieren ser hidratadas previo a su aplicación en la albañilería; en lo que corresponde la succión, solo el ladrillo con dosis de 10% tiene una succión mayor a 20gr/200cm²-min por lo que se tiene que regar durante 30 min de 10 a 15 horas antes del asentado

CONCLUSIONES

Se determinó la influencia del plástico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco, es decir, las propiedades físicas y mecánicas en contraste con las normas de albañilería mejoran solo en algunos de sus tratamientos con las distintas dosis de plástico reciclado PET, ante ello se acepta la hipótesis de investigación “La influencia del plástico reciclado no es favorable en su totalidad en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023”

Se describió la influencia del plástico reciclado en la variación de las propiedades mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco. En lo que respecta la absorción, los ladrillos con dosis 55% 65% y 80% de plástico presentaron un porcentaje de absorción mayor al 12% lo cual nos indican que estas unidades deben ser regadas antes de ser asentados ya que puede absorber el agua del mortero. en lo que respecta la succión, los ladrillos con dosis de 25% 40% 55% 65% y 80% presentan una succión menor a 20gr/200cm²-min, lo que indica que no deberán ser regados durante 30 min de 10 a 15 horas antes del asentado; Lo cual demuestra que los ladrillos que tengan mayor adición de PET tienen una menor succión de agua. Cabe resaltar que las unidades con adición del 40% y 55% tienen una succión de 18.16gr/200cm²-min y 12.70gr/200cm²-min. Asimismo, se puede observar que a mayor adición de PET más liviano será la unidad de albañilería.

Se describió la influencia del plástico reciclado en la variación de las propiedades físicas del ladrillo de concreto en Huánuco. Según nuestros tratamientos, el ladrillo con 10% de dosis de plástico presenta una mayor resistencia de compresión con 239 Kg/cm², mientras con las adiciones de 25% 40% se alcanzaron resistencias 207 kg/cm² y 172 kg/cm², por lo que estos últimos ladrillos son de CLASE V. Asimismo las unidades con adiciones de plástico triturado con 55%, 65% y 80% alcanzaron resistencias de 81 kg/cm², 40 kg/cm² y 24.4 kg/cm² respectivamente, estos últimos resultados se debe a que a mayor concentración de plástico PET y hay menor presencia de cemento y arena, lo cual genera mayor número de vacío en la unidad de

albañilería. Cabe resaltar que los ladrillos con 55 % de Adición de PET son de CLASE II, ya que alcanzan una resistencia de 81kg/cm².

Se describió la influencia entre las propiedades física y mecánicas con las distintas proporciones del plástico reciclado en el ladrillo de concreto en Huánuco. Existe una correspondencia alta entre las propiedades físicas con las mecánicas, en algunos casos son positivos y otros negativos. En lo que respecta la resistencia vs el peso, un R cuadrado de determinación que es igual a 0.9478 indicando que existe una determinación alta entre las dos variables dependientes, es decir cuanta más resistencia menos plástica. En lo que corresponde a la succión, un R cuadrado de 0.9673 indicando que existe una determinación alta, cuanta más resistencia tienen más succión. En lo que corresponde a la absorción, un R cuadrado de 0.9244 indicando que existe una determinación alta entre las dos variables dependientes, es decir, cuanta más resistencia son los presentan menos absorción.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que en investigaciones especializadas se determine las propiedades térmicas y acústicas de la albañilería de unidades con PET reciclado.
- Se recomienda que en futuras investigaciones se experimente el efecto de la vibración en la resistencia del concreto.
- Se recomienda que para el diseño de mezcla se deben usar EPP para la manipulación del cemento para evitar problemas con el sistema respiratorio.
- Se recomienda utilizar protección nasal para evitar las partículas de cemento que pueden causar enfermedades crónicas pulmonares al momento de la mezcla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alesmar, L., Rendón, N., & Korody, M. (2008). Diseños de Mezcla de Tereftalato de Polietileno (PET) - Cemento. *Scielo*, 23(1), 77-86. https://doi.org/http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652008000100006
- Alvarez, R. (9 de junio de 2020). *Procesos de Elaboración de Ladrillos*. <https://es.scribd.com/presentation/392580683/PROCESOS-DE-ELABORACION-DE-LADRILLOS-pptx>
- Arroyo, H. (2019). *Influencia de fibras de plástico reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo machiembado, Trujillo*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Trujillo]. Repositorio digital UPRIT. <http://repositorio.uprit.edu.pe/bitstream/handle/UPRIT/186/ARROYO%20ABANTO%20HEBERT%20JOSUE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Bernal, C. (2006). *Metodología de la Investigación*. Pearson Prentice Hall.
- BSDI. (17 de abril de 2021). *Técnicas empleadas en la fabricación de los plásticos*. <https://bsdi.es/tecnicas-empleadas-fabricacion-de-los-plasticos/>
- Cabo, M. (2011). *Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción. Escuela técnica superior de ingenieros agrónomos*. [Tesis de pregrado, Universidad Pública de Navarra]. Repositorio digital UNAVARRA. <https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/4504/577656.pdf>.
- Campos, K., Gómez, F., Montero, M., Pantoja, F., & Pasco, J. (2019). *Diseño del proceso producción de ladrillos basados en plástico reciclado (PET)*. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. Repositorio digital UDEP. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4292/PYT_Informe_Final_Proyecto_Ladrillos_PET.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Cardona, F., Rengifo, L., Guarín, J., Mazo, D., & Arbalaéz, O. (2020). Evaluación de las propiedades mecánicas de ladrillos elaborados con

residuos de vidrio y plástico. Análisis de las emisiones de dióxido de carbono. *Lámpsakos*, 1(24), 60-73.
<https://doi.org/10.21501/21454086.3725>

Cedex. (17 de octubre de 2018). *Tipos de reciclaje en material PET*.
<https://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/37/residuos-plasticos/gestion-del-residuo/valorizacion-material/250/reciclaje-quimico.html>

Dobon, B. (2019). *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. España: Universidad Politécnica de Valencia.

Echevarría, E. (2017). *Ladrillos de Concreto*. Ediciones Alpha.

Echevarría, E. (2017). *Ladrillos de concreto con plástico PET Reciclado*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio digital UNCA.
[file:///C:/Users/LENOVO/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/I/E/1Q7A0DLI/LADRILLOS_DE_CONCRETO_CON_PL%C3%81STICO_PET_RECICLADO\[1\].pdf](file:///C:/Users/LENOVO/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/I/E/1Q7A0DLI/LADRILLOS_DE_CONCRETO_CON_PL%C3%81STICO_PET_RECICLADO[1].pdf).

Elías, X., & Jurado, L. (2012). *Reciclaje de residuos industriales*. Días de Santos S.A.

Envaselia. (8 de marzo de 2018). *Tereftalato de polietileno*.
<https://www.ensavelia.com/blog/tereftalato-de-polietileno-id12.htm>

Espíritu, J. (2021). *Concentración de fibras de plástico reciclado PET para la elaboración de ladrillos ecológicos en el distrito de Huánuco*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio digital UDH.
<http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3184/Espiritu%20Durand%2c%20Jhois%20Estefani.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Gaggino, R. (2008). *Componentes constructivos elaborados con una mezcla cementicia y agregados de plásticos reciclados*. [Tesis de pregrado, Asociación Argentina de materiales]. Repositorio digital CEVE.
<https://docplayer.es/11338608-Componentes-constructivos-elaborados->

con-una-mezcla-cementicia-y-agregados-de-plasticos-recicladogaggino-rosana-1.html.

INDECOPI. (2002). *Agregados: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores para abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles*. NTP 400.019.

INDECOPI. (2002). *Albañilería: Método de muestreo y ensayo, unidades de albañilería de concreto*. NTP 399.604.

INDECOPI. (2003). *Albañilería: Especificación normalizada de agregados para mortero de albañilería*. NTP 399.607.

INDECOPI. (2003). *Albañilería: Método de muestreo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería*. NTP 399.605.

INDECOPI. (2011). *Agregados: Extracción y preparación de muestras*. NTP 400.010.

INDECOPI. (2011). *Agregados: Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso Unitario) y los vacíos en los agregados*. NTP 400.017.

INDECOPI. (2013). *Agregados: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. NTP 400.012.

INDECOPI. (2013). *Agregados: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable del agregado por secado*. NTP 339.185.

INDECOPI. (2013). *Agregados: Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. NTP 400.022.

INDECOPI. (2013). *Agregados: Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso*. NTP 400.021.

- INDECOPI. (2013). *Cementos Portland Requisitos*. NTP 334.009.5.
- Kerwa, M. (14 de noviembre de 2018). *Propiedades del PET*.
<https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/15405/ANEXO%201-PET.pdf?sequence=2&isAllowed=y#:~:text=Qu%C3%ADmicamente%20el%20PET%20es%20un,un%20alto%20grado%20de%20cristalinidad>.
- Maure, J. L., Candanedo, M., Madrid, J., & Marin, N. (2018). Fabricación de ladrillos a base de polímeros PET y virutas metálicas. *REvistas Académicas UTP*, 33.
- Molina, S., Vizcaino, A., & Ramírez, F. (2007). *Estudio de las características físico - mecánicas de ladrillos elaborados con plástico reciclado en el municipio de Acacias (META)*. [Tesis de posgrado, Universidad de la Salle]. Repositorio digital LASALLE.
https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1283&context=ing_civil.
- Moya, J., Cevallos, E., & Endara, E. (2018). *La construcción sostenible a partir del empleo de ladrillo tipo PET*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio digital UCE.
<file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/7405.pdf>.
- Norma Técnica E.070 . (6 de abril de 2012). *Normatividad para el diseño y construcción de edificaciones seguras*.
<http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/2012/total/12.%20norma%20t%C3%A9cnica%20e.070%20alba%C3%B1iler%C3%ADa.pdf>
- Pérez, S. (2021). *Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabayllo*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio digital UCV.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/85019/P%C3%A9rez_CDS-SD.pdf?sequence=1.

- Plásticos Mecanizables. (4 de abril de 2017). *Politereftalato*.
http://www.plasticos-mecanizables.com/plasticos_pet.html
- Ramírez, D. (2011). *Propuesta de un Material Compuesto con Base al PET Reciclado con Aplicaciones en Construcción*. [Tesis de grado, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio digital IS. <https://docplayer.es/6006198-Propuesta-de-un-material-compuesto-con-base-al-pet-reciclado-con-aplicaciones-en-construccion-diana-stella-ramirez-luna.html>.
- Riva, E. (2018). *Tecnología del concreto - Diseño de mezclas 4edición*. Alba.
- Rivera , L. (2013). *Materiales alternativos para la elaboración de tabiques ecológicos*. [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Sonora]. Repositorio digital TS. <https://docplayer.es/6006198-Propuesta-de-un-material-compuesto-con-base-al-pet-reciclado-con-aplicaciones-en-construccion-diana-stella-ramirez-luna.html>.
- Salazar, H. (2020). *Módulo de vivienda con material reciclable en la ciudad de Huánuco*. [Tesis de pregrado, Universidad Hermilio Valdizán]. Repositorio digital UNHEVAL. <file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/TIC00257S18.pdf>.
- San Bartolomé, A. (2001). *Construcciones de Albañilería*. Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- San Bartolomé, A. (2005). *Comentarios a la norma técnica de edificación E.070 Albañilería*. Fondo Editorial SENCICO.
- Sultz, R. (2004). *Appropriate Building Materials*. SKAT Publications.
- Torres, J., Mejía, R., Escandón , C., & González, L. (2014). Caracterización de ceniza de bagazo de la caña de azúcar; como material suplementario del cemento Portland. *Revista de Ingeniería e Investigación*, 34(1), 5-10. https://doi.org/http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-56092014000100002&script=sci_abstract&lng=es

Vargas, P. (2021). *Glosario de sismos*. UniPiloto.

Vásquez, Ó. (2017). *Reglamento Nacional de Edificaciones* .

Velásquez, J. (2021). *Bloques de concreto sustentables a partir de la utilización de material de reciclaje (PET)*. [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio digital UCC. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/314984df-3ee2-471a-982c-f55608150341/content>.

Villegas, F. (2022). *Elaboración de bloques de concreto para muros no estructurales a partir de la trituración del poliestireno expandido en la ciudad de Huánuco*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio digital UDH. <http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3578/Villegas%20Villanueva%2c%20Francisco%20Javier.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Espinoza Valdivia, D. (2024). *Influencia del plástico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco-2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “INFLUENCIA DEL PLASTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO EN HUANUCO-2023”

PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	
¿Cuál es la influencia del plástico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco - 2023?	Determinar la influencia del plástico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.	HGi: La influencia del plástico reciclado no es favorable en su totalidad en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.	Variable Dependiente	Propiedades Físicas y Mecánicas	<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: Preexperimental experimental</p> <p>Población: La población estuvo conformada por todas las pruebas y tratamientos sucesivos y potenciales que se puede realizar entre el ladrillo de concreto y el plástico reciclado triturado.</p> <p>Muestra: La muestra que se</p>
PROBLEMA SECUNDARIO Cuál es la influencia del plástico reciclado en la variación de las propiedades mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.	OBJETIVO SECUNDARIO Describir la influencia del plástico reciclado en la variación de las propiedades mecánicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.	HGo: La influencia del plástico reciclado es favorable en su totalidad en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de	Variable Independiente	Plástico Reciclado (PET)	
Cuál es la influencia del plástico reciclado en la variación de las propiedades físicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.	Describir la influencia del plástico reciclado en la variación de las propiedades físicas del ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.				

PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Cuál es la influencia entre las propiedades física y mecánicas con las distintas proporciones del plástico reciclado en el ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.	Describir la influencia entre las propiedades física y mecánicas con las distintas proporciones del plástico reciclado en el ladrillo de concreto en Huánuco – 2023.	concreto en Huánuco – 2023.		consideró es de 18 unidades de ladrillo, distribuida en seis tratamientos, cada uno con su respectiva dosificación

ANEXO 2 EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

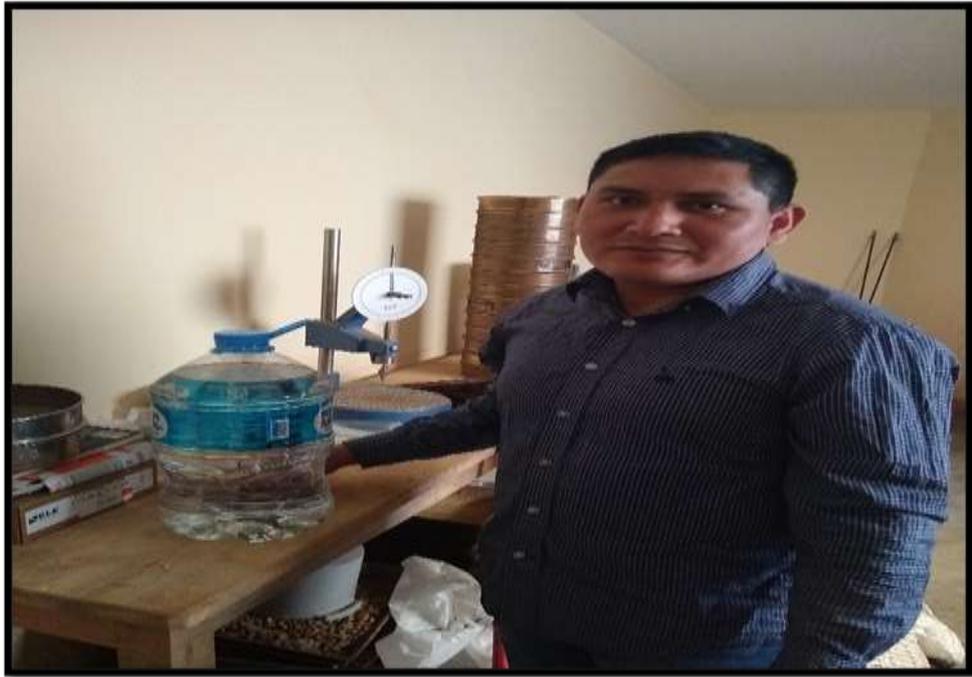
Balanza Analítica



Pesado del PET en la Balanza Analítica



Agua libre de Cloro para la mezcla



Medición del Volumen de agua en el Balde



Tamizaje de agregado fino



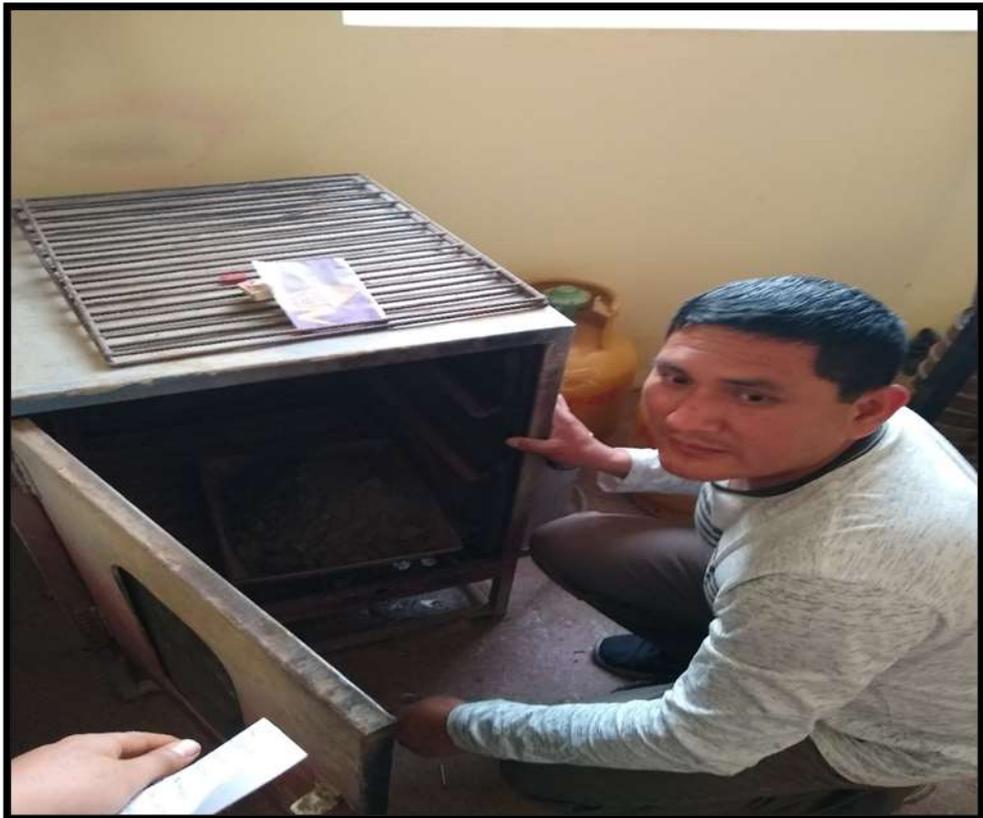
Tamizaje de plástico triturado



Tamizaje de Plástico triturado



Horno para quitar la humedad de los agregados



Maquina Compresora



Molde para Ladrillos de muestra



Molde para Ladrillos muestra



Preparación de mezcla



Preparación de la mezcla con plástico finamente triturado



Encofrado de la mezcla con plástico finamente triturado



Curado de los ladrillos muestra



Curado de las probetas muestra



Curado de las probetas con PET



Ensayos de resistencia



Ensayos de resistencia para nomenclatura



Equipo para medir resistencia de materiales



Prueba de compresión



Prueba de compresión



Secado de las muestras



Prueba de adsorción de agua



Pesado de las muestras secas y sumergidas



Prueba de succión



Secado del ladrillo



Medición de volumen de agua



Prueba de succión 1 min



Prueba pesos volumétricos



Toma de nota volumen del ladrillo



Unidad de albañilería sometido a esfuerzos de compresión con adición del
25%

