

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TESIS

**“ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS
NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL
POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE
HUÁNUCO”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Villegas Villanueva, Francisco Javier

ASESOR: Valdivieso Echevarria, Martin Cesar

HUÁNUCO – PERÚ

2022

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Proyectos civiles

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2018-2019)

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): 44909590

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22416570

Grado/Título: Maestro en gestión pública

Código ORCID: 0000-0002-0579-5135

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Gomez Valles, Jhon Elio	Maestro en diseño y construcción de obras viales	45623860	0000-0001-6424-6032
3	Rivera Vidal, Jim Arturo	Magister en diseño y construcción de obras viales	22510037	0000-0002-5656-8952

D

H

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO(A) CIVIL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las **15:00** horas del día **jueves 9 de junio de 2022**, mediante la plataforma Google Meet, 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:

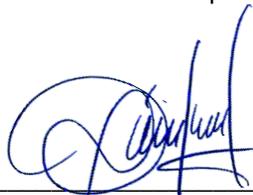
- MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS - PRESIDENTE
- MG. JHON ELIO GOMEZ VALLES - SECRETARIO
- MG. JIM ARTURO RIVERA VIDAL - VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 1127-2022-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO", presentado por el Bachiller. Francisco Javier, VILLEGAS VILLANUEVA, para optar el Título Profesional de Ingeniero 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 **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **14** y cualitativo de **SUFICIENTE** (Art. 47).

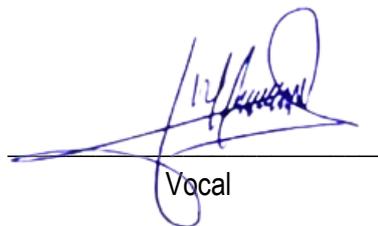
Siendo las 16:06 horas del día jueves 9 del mes de junio del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Presidente



Secretario



Vocal

DEDICATORIA

*A Dios, por protegerme y mantener a mí querida
familia en vida de este virus COVID-19
ya que han sido mi fortaleza para lograr mis objetivos y terminar
este proyecto de investigación.*

AGRADECIMIENTOS

- A la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco, por ser el lugar donde me formo profesionalmente e ilustrarme con docentes preparados y dedicados a la enseñanza.
- Otorgo mi eterno agradecimiento a mi asesor Ing. Martin Cesar Valdivieso Echevarria, por su tiempo y orientación para la elaboración de mi trabajo de investigación.
- A los familiares que tengo la oportunidad de tener como ingenieros, quienes me facilitaron la información requerida en el momento solicitado y permitieron desarrollar el estudio y análisis referente al tema presentado.
- Al Magister Ing. Marcos Caszely Salas Huarac, por enseñarme, perfeccionar y permitirme hacer uso de su laboratorio de suelos para realizar los ensayos pertinentes a dicho trabajo de investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	X
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPITULO I	15
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	16
1.3. OBJETIVO GENERAL	16
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
CAPITULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL	19
2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL	20
2.1.3. ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL.....	22
2.2. BASES TEÓRICAS	23
2.2.1. TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO	23
2.2.2. BLOQUES DE CONCRETO	34
2.2.3. BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES	47
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	49

2.4.	HIPÓTESIS.....	51
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	51
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	52
2.5.	SISTEMA DE VARIABLES	52
2.5.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	52
2.5.2.	VARIABLE DEPENDIENTE	52
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	53
CAPITULO III		54
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		54
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	54
3.1.1.	ENFOQUE	54
3.1.2.	ALCANCE O NIVELES	55
3.1.3.	DISEÑO	55
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	56
3.2.1.	POBLACIÓN	56
3.2.2.	MUESTRA.....	57
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	58
3.3.1.	TÉCNICAS.....	58
3.3.2.	INSTRUMENTOS.....	59
3.4.	EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	59
3.4.1.	PROCESO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO	59
3.4.2.	PROCESO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO TRITURADO MANUALMENTE.....	61
3.4.3.	PROCESO DE DISEÑO DE MEZCLAS A LOS BLOQUES DE CONCRETO A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO	62
3.4.4.	PROCESO DE PRUEBAS A LOS BLOQUES DE CONCRETO ..	65
3.4.5.	BENEFICIO ECONÓMICO DE LOS BLOQUES DE CONCRETO A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO....	68
CAPITULO IV.....		70
RESULTADOS.....		70

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	70
4.1.1. DISEÑO DE MEZCLA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO ..	70
4.1.2. PRUEBAS DE LOS BLOQUES DE CONCRETO SEGÚN LA NTP 399.604	72
4.1.3. ANÁLISIS ECONÓMICO DE PRECIOS UNITARIOS PARA UN METRO CUADRADO DE MURO CON BLOQUE DE CONCRETO TRADICIONAL Y BLOQUE DE CONCRETO A PARTIR DEL EPS RECICLADO EN BENEFICIO DE LA POBLACIÓN	80
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICA ...	84
4.2.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL	84
4.2.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	84
CAPITULO V.....	86
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	86
5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	86
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
ANEXOS	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Proceso Productivo	26
Tabla 2. Resumen de los productos químicos del Poliestireno Expandido (EPS)	28
Tabla 3. Cantidad de especímenes según la Norma Técnica Peruana	56
Tabla 4. Número de especímenes que conforma la población	57
Tabla 5. Número de especímenes que conforma la muestra	58
Tabla 6. Dosificación en la mezcla concreto con Poliestireno (EPS) expandido reciclado	70
Tabla 7. Variación Dimensional de las Unidades de Albañilería	73
Tabla 8. Resistencia a la compresión a los 7 días	74
Tabla 9. Resistencia a la compresión a los 14 días	75
Tabla 10. Resistencia a la compresión a los 21 días	76
Tabla 11. Resistencia a la compresión a los 28 días	77
Tabla 12. Cálculo de % de absorción de las unidades de albañilería	78
Tabla 13. Cálculo de % de absorción de las unidades de albañilería	79
Tabla 14. Cálculo de Contenido de Humedad de las unidades de albañilería	79
Tabla 15. Comparación del Costo de insumos para la elaboración de bloques de concreto tradicional y con EPS reciclado	81
Tabla 16. Análisis de precios por m ² de muro con bloques de concreto tradicional y con EPS reciclado	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Composición típica del reciclado del Poliestireno Expandido (EPS)	26
Figura 2. Estructura Molecular del Poliestireno.....	28
Figura 3. Comportamiento en la atmosfera del EPS.....	32
Figura 4. Proceso de producción del Poliestireno expandido	34
Figura 5. Diseño de Mezcla y bloques de concreto	35
Figura 6: Dimensiones de los moldes de los bloques de concreto	37
Figura 7. Caracterización de los porcentajes de polimeros usados	38
Figura 8: Diagrama de flujo del Procedimiento Experimental	41
Figura 9. Aplicación del Poliestireno expandido en el sector construcción..	42
Figura 10. Recolección del poliestireno expandido a partir de la industria de la Construcción	43
Figura 11. Reciclaje del poliestireno expandido a partir de los empaques y embalajes	43
Figura 12. Trituración del EPS en forma manual	43
Figura 13. Clasificación de la Unidad de albañilería para fines estructurales Fuente: Norma E. 070 (2006) “Reglamento Nacional de Edificaciones”	48
Figura 14. Representación de los bloques ligeros y bloques pesados	49
Figura 15. Planchas de poliestireno expandido reciclado de la infraestructura	60
Figura 16. Colección de los diferentes tipos de Poliestireno expandido reciclado	60
Figura 17. Proceso de trituración del material	61
Figura 18. Proceso de mezcla del material seleccionado utilizando el ensayo de Cono de Abrams.	63
Figura 19. Uso de la mesa vibradora y los moldes metalicos	64
Figura 20. Proceso de curado de los bloques de concreto	65
Figura 21. Ensayo variación dimensional de las 10 unidades de albañilería.	66
Figura 22. Bloques de concreto según la fecha indicada.....	66
Figura 23. Ensayo Resistencia a la compresión de las 60 unidades de albañilería.	67

Figura 24. Proceso de los ensayos de absorción, densidad y contenido de humedad.....	68
Figura 25. Medición del asentamiento del concreto 1½”, con consistencia seca.....	72
Figura 26. Indicación de una Progresión constante de la resistencia a la compresión	77

RESUMEN

La idea principal del presente proyecto de investigación tuvo como inicio elaborar bloques de concreto para muros no estructurales a partir de la trituración del poliestireno expandido reciclado en la ciudad de Huánuco. Para utilizar este tipo de material plástico se tuvo que recolectar de las calles, ríos, parques y otros lugares donde genera contaminación al medio ambiente, lo cual perjudica a la población. Asimismo, se procesaron los residuos de poliestireno expandido reciclado para triturarlos manualmente con el propósito de obtener agregados gruesos con menor peso en la elaboración de dichas unidades de albañilería. De acuerdo al RNE E.070 las unidades de albañilería deben alcanzar una resistencia a compresión mínima sobre su área bruta igual a 20 kg/cm² para muros no estructurales, lo cual para ello debe establecerse un adecuado diseño de mezcla.

Por otra parte, se realizaron las pruebas de variación dimensional, resistencia a la compresión, absorción, densidad y contenido de humedad tal como indica la Norma Técnica Peruana NTP 399.604 para determinar las características y comportamientos de las unidades de albañilería de concreto elaboradas con la trituración del EPS reciclado, obteniéndose valores óptimos como variación dimensional L = +0.45%, A = +0.05%, H = +0.52%, de resistencia característica a compresión 2.85MPa o 29.11kg/cm², de absorción 6.63%, de densidad 2.19 gr/cm³ y de contenido de humedad 4.33%, cuyos valores son un promedio de las muestras utilizadas que cumplen con los requerimientos de la Norma del RNE E.070 de Albañilería.

Además, se recomienda la elaboración de unidades de albañilería de concreto por ser una buena alternativa en el sector construcción, ya que la adición de porcentaje de EPS reciclado mejora los costos fijos del agregado grueso en la elaboración de los bloques de concreto, arrojando reducciones considerables al momento de ser utilizados en cerramientos, tabiquerías, o muros de viviendas y otros tipos de edificaciones por metro cuadrado (m²) a un menor presupuesto de inversión que lo tradicional, lo cual indica un beneficio económico para la población, y evitar contaminación al medio ambiente.

Palabras Clave: Poliestireno Expandido, bloques de concreto, albañilería, muros no estructurales

ABSTRACT

The main idea of this research project had as a beginning to elaborate concrete blocks for non-structural walls from the crushing of recycled expanded polystyrene in the city of Huánuco, which to use this type of plastic material had to be collected from the streets , rivers, parks and other places that harm the population generating pollution to the environment. Likewise, the recycled expanded polystyrene residues were processed to crush them manually in order to obtain coarse aggregates with less weight in the elaboration of said masonry units. According to RNE E.070, masonry units must achieve a minimum compressive strength over their gross area equal to 20 kg / cm² for non-structural walls, which for this must establish an adequate mix design.

On the other hand, variations in dimensional variation, compressive strength, absorption, density and moisture content were carried out as indicated in the Peruvian Technical Standard NTP 399.604 to determine the characteristics and behaviors of the concrete masonry units made with crushing. of recycled EPS, obtaining optimal values such as dimensional variation L = + 0.45%, A = + 0.05%, H = + 0.52%, characteristic compression resistance 2.85MPa or 29.11kg / cm², absorption 6.63%, density 2.19 gr / cm³ and moisture content 4.33%, whose values are an average of the samples used that meet the requirements of the RNE E.070 Masonry Standard.

In addition, the development of concrete masonry units is recommended as it is a good alternative in the construction sector, since the addition of a percentage of recycled EPS improves the fixed costs of coarse aggregate in the manufacture of concrete blocks, yielding considerable reductions. at the time of being used in enclosures, partitions, or walls of houses and other types of buildings per square meter (m²) at a lower investment budget than the traditional, which indicates an economic benefit for the population, and avoid contamination.

Keywords: Expanded Polystyrene, concrete blocks, masonry, non-structural walls

INTRODUCCIÓN

Hoy en día una gran cantidad de desechos sólidos son arrojados en las calles, parques, ríos y otros provocando la contaminación de nuestro ecosistema, por lo que se ha motivado minimizar estos residuos aprovechándolos en la elaboración de nuevos productos para utilizarlos como agregados y establecer una alternativa de propuesta para las construcciones modernas.

El valor de aumentar agregados para obtener una mejor adherencia en el concreto, desde un enfoque de desarrollo sostenible requiere considerar aspectos socioeconómicos y medioambientales, considerando su ciclo de vida que contempla, como su extracción, producción, y distribución, no perdiendo de vista los contaminantes que produce. Por esa razón, se debe considerar sus características y comportamientos que poseen estos recursos para el desarrollo, utilización y reutilización de estos materiales en el sector construcción.

Por consiguiente, implementar un sistema constructivo por medio de bloques de concreto con materiales sólidos plásticos reciclados, como el poliestireno expandido (EPS) es una nueva mezcla de concreto para elaborar unidades de albañilería para muros no estructurales, determinando sus principales propiedades físicas y mecánicas, brindando un material adecuado de construcción a bajo costo, liviano, fácil de transportar, y sea sociable con el medio ambiente.

La importancia de esta investigación es hacer un favor al medio ambiente al proponer un tipo de material, como la ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO, que tenga alta rigidez y dureza, y a la vez posea propiedades muy convenientes para que se adhiera con el concreto y cumpla con los requerimientos de la Norma Técnica E.070 de Albañilería.

CAPITULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Durante los últimos años en la industria de la construcción se ha descubierto materiales como la madera, metales y polímeros como un agregado que combinados con agua y cemento se convierten en un material aglutinante o concreto en donde se aligera el peso de una estructura. De esta forma, la construcción ha avanzado considerablemente del tradicional sistema en todo el proceso constructivo de una obra, compatibilizado e integrando materiales tecnológicos que sean funcionales y económicos.

Considerando las noticias que se presentan en los últimos tiempos respecto al deterioro ambiental, el reciclaje de desechos sólidos como el poliestireno expandido utilizado en el sector construcción y también en la vida del ser humano, vienen a ser uno de los hábitos más significativos para la conservación del ecosistema. En este sentido el presente proyecto de investigación pretende dar un mejor uso a estos residuos en los diferentes tipos de edificaciones.

El Perú no es ajeno ante este escenario, ya que según datos de la ONG Ciudad Saludable, el 55% de los residuos sólidos es materia orgánica, y el 29% es aprovechable (papel, cartón, plástico y derivados), etc., sin embargo, en muchísimos casos, este tipo de materiales aprovechables terminan en el mar.

En la ciudad de Huánuco, dentro del desarrollo de sus actividades productivas, también genera diariamente poliestireno expandido (EPS), los cuales al no tener un tratamiento de estos residuos generan contaminación al medio ambiente y a la sociedad.

Por esta razón con el objetivo de utilizar el poliestireno expandido (EPS), surge como proyecto reciclar este material plástico triturado en una mezcla de concreto tradicional elaborando bloques de concreto, con el propósito de

poder darle un uso adecuado al concreto, teniendo en cuenta que el mismo puede llegar a disminuir el costo y resolver porcentualmente los problemas del medio ambiente.

Con este enfoque se sustenta el uso del poliestireno expandido o Tecnopor reciclado para elaborar bloques de concreto liviano, lo cual es interesante para conservar el ecosistema, y se podría aprovechar para lograr importantes ahorros en el sector construcción, conservando su solidez y alta resistencia a esfuerzos permanentes, lo que implica conocer una dosificación óptima y sus propiedades, así como también los estándares planteados en la norma del RNE E.070 de albañilería.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuáles son las características y comportamientos en la elaboración de bloques de concreto a partir de la trituración del poliestireno expandido reciclado para muros no estructurales en la ciudad de Huánuco?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuáles son los valores de las propiedades físico mecánicas en la elaboración de los bloques de concreto para muros no estructurales a partir de la trituración del poliestireno expandido reciclado según los requerimientos de la Norma del RNE E.070 al efectuar los ensayos correspondientes?

¿Cuál es el beneficio económico en la elaboración de bloques de concreto a partir de la trituración del poliestireno expandido reciclado en el sector construcción?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Determinar los componentes en la elaboración de bloques de concreto a partir de la trituración del poliestireno expandido reciclado para muros no estructurales en la ciudad de Huánuco.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar los valores de las propiedades físico mecánicas en la elaboración de los bloques de concreto para muros no estructurales a partir de la trituración del poliestireno expandido reciclado con los requerimientos de la Norma del RNE E.070 al efectuar los ensayos correspondientes

Establecer el beneficio económico en la elaboración de bloques de concreto a partir de la trituración del poliestireno expandido reciclado como material compuesto en el sector construcción.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente proyecto de investigación se formula con el objeto de disminuir la cantidad de residuos plásticos tal como el poliestireno expandido, por medio de una gestión adecuada, que considera un nuevo elemento tecnológico para su uso en edificaciones.

En el sector de la construcción, se considera apropiado el uso de un material cuando no requiere de muchos gastos, no causa daños a la sociedad, evita herramientas o equipos de alto costo, y es conveniente para la población y empresas constructoras.

Asimismo, se tiene conocimiento que el plástico, es el componente principal de muchos de los objetos que se desechan a diario por su fácil manipulación, por lo que se debe convertir en una opción favorable al producir bloques de concreto a partir del poliestireno expandido reciclado en la construcción de viviendas, residencias, colegios, hospitales, y otros para proporcionar un menor costo en su ejecución.

A partir de esta investigación, se pretende realizar cambios en la construcción para preservar con ello al medio ambiente y al paisaje que nos rodea. Por lo demás, con la producción de estas unidades de albañilería se puede facilitar la mano de obra, obtener resultados satisfactorios, asegurar que cumpla con los estándares mínimos que establece el Reglamento Nacional de Edificaciones (E.070), y certificar la calidad del material, de tal manera que

sea un aporte significativo para la entidades públicas y privadas dentro del sector construcción.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- ✓ El poliestireno expandido reciclado fue un material encontrado en el sector construcción, de las calles, parques, ríos y otros, cercano para el investigador, dado que para el tesista no era difícil acceder, recolectar y retirar el material sólido de dichos lugares. Por lo que no resultaría cuantioso ni engorroso para efectuar una investigación con este producto reciclado para analizar las propiedades físicas y mecánicas de cada bloque de concreto.
- ✓ Se tiene conocimiento de varios ensayos que se pueden aplicar a las unidades de albañilería para determinar su comportamiento, y propiedades físicas y mecánicas, no obstante, los bloques de concreto para muros no estructurales elaborados con agregados procedentes de la trituración del poliestireno expandido en la ciudad de Huánuco se sometieron a los ensayos de laboratorio correspondientes a la Norma Técnica Peruana NTP 399.604 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA “Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto”, dado que dicha Norma Técnica Peruana está recomendada por la Norma de Albañilería del RNE E.070 para garantizar el control de calidad de los bloques de concreto, utilizados como unidades de albañilería estructural y no estructural.
- ✓ En la presente investigación no se efectuó la construcción de un muro no estructural, pero si se calculó el beneficio económico por M2 de un muro o cerco para ver la diferencia con la forma tradicional.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Es viable el desarrollo del presente trabajo de investigación debido a que se ha realizado de los recursos materiales y económicos, asimismo este estudio aportará impactos positivos esperados a favor del sector construcción y de la humanidad en general.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

Caballero y Florez, (2017), realizaron la investigación: Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico polietilen-tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción, en la Universidad de Cartagena, en Colombia cuyo objetivo general fue comprobar, mediante ensayos normalizados y a la luz de la normas NSR-10 y Normas Técnicas Colombianas NTC del ICONTEC, que bloques de concreto hechos con diferentes proporciones de triturado de polietilen-tereftalato (PET), son una alternativa factible para ser usada en la construcción y de esta forma aportar a la sostenibilidad del medio ambiente. La investigación sustentó que la fabricación de bloques con remplazo de agregado fino por material PET es una nueva alternativa de fabricación actual, considerando que cada vez es más preocupante la cantidad de polímeros desechados.

Los elementos fabricados no cumplieron con la resistencia mínima requerida por la NTC debido a que estos valores fueron menores que los 5Mpa requeridos para lo estos bloques, por lo tanto no pueden ser utilizados para la mampostería estructural pero si pueden ser utilizados para la construcción de muros no portantes. Los resultados de absorción fueron satisfactorios con porcentajes obtenidos menores de 12% y 15% respectivamente, por tanto los bloques presentaron mayor resistencia a la compresión. Se nota que los bloques adicionados con PET triturado reduce el peso del elemento propuesto, lo cual es favorable porque se disminuyen los pesos de las estructuras cuando se construyan muros no portantes. Los bloques con PET triturado presentan poco porcentaje de humedad porque las partículas de plástico no absorben agua, provocando que el bloque tenga porcentajes de humedad menores a los bloques convencionales. La proporción óptima a utilizar para la

sustitución del agregado fino es un 10% de PET triturado. Al realizar el ensayo de absorción de agua para obtener el peso seco de los bloques, se verificó que el material PET superficial de los bloques se quemó al ser un plástico de baja resistencia al fuego. Esta característica puede ser una desventaja en la utilización de los bloques. En cuanto a los costos, el uso de bloques con PET triturado resulta más económico que un bloque convencional.

Silvestre, (2015), realizó La siguiente propuesta de investigación que tiene como objetivo general el análisis del uso del poliestireno expandido (icopor) como material aligerante dentro de mezclas de concreto, buscando estructuras más livianas y una mejora en sus propiedades que cumplan con los parámetros de sismo-resistencia establecidos en la Norma Colombiana NSR-10. La investigación planteó la implementación del poliestireno expandido en el concreto por ser un material que posee una masa liviana debido al gran volumen de aire encerrado en su estructura (98% de aire y 2% de material sólido) generando una gran capacidad de aislamiento térmico, un bajo coeficiente de conductividad térmica, e impermeable a los líquidos. Además del bajo peso del poliestireno expandido se destacan sus propiedades físico-mecánicas, lo cual presenta una adecuada resistencia a la compresión, corte, flexión, tracción y una buena elasticidad; propiedades que son compatibles con los presentados en las mezclas de concreto buscando así una posible mejora en sus parámetros físicos mecánicos.

2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

Naiza, (2017), realizó la investigación donde presenta el desarrollo de fabricar unidades de poliestireno expandido (EPS) con la finalidad de efectuar o reemplazar unidades de tabiquería las cuales dentro de la composición del mismo concreto liviano favorece a su baja densidad y baja conductividad térmica, Actualmente, diversas universidades, institutos técnicos y comités internacionales vienen estudiando la evolución de este material, asegurando una mejora en la calidad, productividad y desarrollo de la industria de la ingeniería dentro del

ámbito de la construcción. El concreto se viene utilizando cada vez más en nuestro país, la necesidad de optimizar los materiales y que estos mejoren el producto, hace que se realicen investigaciones sobre adiciones que se le puedan dar al concreto para optimizar su uso.

El trabajo partió de 3 dosificaciones por volumen de baldes de un galón, buscando proporciones indicadas, la cual se enfoca en la aplicación del concreto liviano con perlas de poliestireno expandido para muros no estructurales en la ciudad de Arequipa, haciéndolo uno de los materiales con mayor demanda en dichos campos de la ingeniería. Al realizar los diferentes ensayos de mezclas, se usó la más óptima para poder utilizar el poliestireno expandido (EPS), se utilizó una muestra representativa de los diferentes insumos utilizados, los que fueron sometidos al “método de ensayo a la compresión” y elaborar así nuestras unidades de concreto liviano para evaluar los diferentes parámetro de comparación a la dosificaciones, llegando a la más óptima para fabricar unidades de concreto. Finalmente se realizó los diseños a 15 kg/cm², 20 kg/cm² y a 25 kg/cm² basados en la norma de albañilería E 0.70 con los resultados obtenidos de tal forma que el uso de materiales y costos sean adecuados a la fabricación de unidades de concreto liviano

Echevarría, (2017), realizó la investigación donde presenta Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado, en la Universidad Nacional de Cajamarca cuyo objetivo general fue determinar las propiedades físico mecánicas de ladrillo de concreto con plástico PET reciclado que considera la norma técnica E.070 – Albañilería, donde se obtuvo la resistencia a la compresión de los ladrillo, con valores de $f'_b = 161.96$ kg/cm², $f'_b = 127.08$ kg/cm², $f'_b = 118.80$ y $f'_b = 110.46$ kg/cm² para porcentajes de 0%, 3%, 6% y 9% de PET respectivamente. Las propiedades físicas de los tres tipos de ladrillo de concreto – PET (3%, 6%, 9% PET) respecto a la variación dimensional, contenido de humedad, porcentaje de vacíos y alabeo no varía sustancialmente comparado con el ladrillo patrón (0% PET). Las propiedades físicas de los tres tipos de ladrillo de concreto - PET (3%, 6%, 9% PET) con respecto a la succión y absorción aumentan a medida que se incluye el

PET en la mezcla, este comportamiento no permite un óptimo acomodo de las partículas del concreto, generando así mayores poros en éste. Las propiedades físicas de los tres tipos de ladrillo de concreto - PET (3%, 6%, 9% PET) respecto al peso unitario volumétrico disminuye un máximo de 14% comparado con el ladrillo patrón (0% PET). Las pilas de ladrillo de concreto vibrado proporcionaron la resistencia a compresión axial característica de $f'_m = 100.83\text{kg/cm}^2$, $f'_m = 79.79\text{kg/cm}^2$ y $f'_m = 76.75\text{kg/cm}^2$ para porcentajes de 3%, 6% y 9%, habiendo una disminución máxima de 51.8kg/cm^2 o 40.3%, respecto de la mezcla patrón (0% PET) $f'_m = 128.55\text{kg/cm}^2$ y cumplen con los valores referenciales de la norma E.070 (2006). Los muretes de ladrillo de concreto vibrado proporcionaron la resistencia característica a corte de $V'_m = 12.83\text{kg/cm}^2$, $V'_m = 13.17\text{kg/cm}^2$ y $V'_m = 9.96\text{kg/cm}^2$ para porcentajes de 3%, 6% y 9%, habiendo una disminución máxima de 6.51kg/cm^2 o 39.5%, respecto de la mezcla patrón (0% PET) $V'_m = 16.47\text{kg/cm}^2$, superando los valores de diseño estructural estipulados en la norma E.070, los tres tipos de ladrillos de concreto – PET (3%, 6%, 9% PET), estos elementos según sus propiedades se clasifican como ladrillos Clase III y el ladrillo patrón (0% PET) se clasifica como ladrillo Clase IV, pudiendo estos ser utilizados estructuralmente.

2.1.3. ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL

Valdivieso, (2019), realizó la presente investigación que tuvo como objetivo principal elaborar bloques de concreto para muros no portantes con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la urbanización Las Flores del distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco, región Huánuco. Para lo cual, Se reciclaron y procesaron los residuos de pavimento rígido demolido con la intención de obtener agregados fino-gruesos de origen artificial apropiados para su utilización en la elaboración de dichas unidades de albañilería. Posteriormente se diseñó una mezcla de concreto con el fin de que, a los 28 días, los bloques de concreto para muros no portantes presenten una resistencia a compresión mínima sobre su área bruta igual a 2.0MPa (20kg/cm^2), dado que la Norma del RNE E.070 así lo establece.

Finalmente se efectuaron los ensayos de variación dimensional, resistencia a la compresión, absorción, densidad y contenido de humedad de acuerdo a los procedimientos establecidos por la Norma Técnica Peruana NTP 399.604 para determinar las principales propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto elaboradas con agregados de pavimento rígido triturado, arrojando como resultados de variación dimensional $L = +0.54\%$, $A = +0.76\%$, $H = -0.19\%$, de resistencia característica a compresión 2.177MPa o 22.20 kg/cm², de absorción 10.07%, de densidad 1982.38 kg/m³ y de contenido de humedad 5.90%, cuyos valores cumplen con los requerimientos de la Norma del RNE E.070 de Albañilería.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

Existen diferentes autores que definen sobre la trituración del poliestireno expandido reciclado, algunos de ellos son:

Francisco Gonzales, (2005), sostiene que el poliestireno (PS) es considerado por muchos el material plástico estándar por excelencia debido a sus características de dureza y rigidez, propiedades dieléctricas, disposición para ser transformado con facilidad, y a aceptar aditivos, además de su bajo costo comparado con otras resinas similares. Son cuatro los principales segmentos de mercado del PS: los sólidos inyectados, los sólidos extruidos, la espuma extruida y la espuma expandida. El poliestireno expandido (EPS) por sus siglas en inglés Expanded Polystyrene, es un material plástico celular rígido fabricado a partir del moldeo de perlas de poliestireno expandible que presenta una estructura celular cerrada rellena de aire. Los términos "polímero celular", "plástico espumado", "plástico expandido" y "espuma plástica" se usan de manera indistinta para denotar a los sistemas de dos fases sólido-gas, en el cual el sólido es continuo y compuesto de un polímero sintético. La fase gaseosa en un polímero celular es usualmente distribuida en vacíos o bolsas llamadas celdillas. Si estas celdillas se interconectan, el material es

llamado de "celdillas abiertas". Si estas celdillas son discretas y la fase gaseosa de cada una es independiente de otras celdillas, es un material de celdillas cerradas. Los productos fabricados con poliestireno expandido se muestran como materiales espumados de gran ligereza, sus densidades varían entre 10 kg/m³ hasta los 50 kg/m³.

Por otro lado, Adan Silvestre (2015), define que la base de este material es el etileno, un líquido cuyas moléculas se polimerizan, junto con agua y un agente de expansión, dando lugar a las perlas de poliestireno. Luego se moldea mediante un proceso que lo somete nuevamente a calor, inflando y soldando las perlas entre sí. Así se obtienen las espumas rígidas o bloques, o bien piezas de diferentes formas y tamaños. De esta manera se fabrican envases, piezas de embalaje, y muchos productos más. Un sistema en poliestireno ofrece una cantidad importante de ventajas sobre los sistemas convencionales como las pérdidas de carga por fricción mínimas, no es atacada en ninguna forma por la corrosión, ausencia de sedimentos e incrustaciones en su interior, flexibilidad, elasticidad, no mantiene deformaciones permanentes, peso reducido, longitudes mayores, lo cual reduce el número de uniones (menor costo) y reduce las posibilidades de fallas humanas en la instalación, fácil de transportar, larga vida útil, menor costo de adquisición e instalación, resistente a movimientos sísmicos, resistencia mecánica y ductilidad y resistente a bacterias y químicos. Asimismo, Investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 2014, sostiene que el EPS es un material muy flexible que puede adaptarse fácilmente a otros elementos constructivos, como la madera, hierro, aluminio y concreto al poseer una alta resistencia química y mecánica, lo que hace al sistema constructivo que sea un material altamente resistente al envejecimiento y la humedad. Consideran que poliestireno expandido (EPS) sean reciclados y reutilizados en la construcción moderna, ya que ocasionan fuertes daños en el medio ambiente, tales como contaminación del agua y del aire, provocando desequilibrios en el ecosistema.

2.2.1.1. Origen del Poliestireno Expandido (EPS)

Según el Manual de Tecnología de la Construcción, la tendencia de la construcción moderna es dirigida hacia el menor costo, cambiando los antiguos patrones de elementos rígidos y pesados por elementos sencillos de mejor trabajo estructural.

En el año de 1925 un químico Alemán consiguió empalmar varias moléculas de estireno en un proceso por el que los reactivos se agrupan entre sí denominado polimerización, dando lugar a una molécula de gran peso llamada polímero, y otro científico de la misma nacionalidad, el Doctor Strasky realizó la primera expansión del poliestireno, creando el poliestrieno expandido que han desarrollado numerosas aplicaciones tanto en embalaje, construcción y otros. Por otro lado, este material se sometió a todas las pruebas y verificaciones después de 45 años de utilizado, lo cual mantenía todas y cada una de sus propiedades intactas.

El poliestireno expandido (EPS) dentro de la construcción surge de la necesidad primordial de contar con un material en los elementos de concreto reforzado que aligera la estructura, optimizando el uso del acero de refuerzo y el mismo concreto.

El poliestireno expandido es un derivado plástico y se le conoce con el nombre de porexpan, siendo un material sintético que se elabora a partir de productos obtenidos de la destilación del petróleo como un material aislante y material utilizado en la construcción. Se utiliza frecuentemente para el aislamiento de cerramientos como juntas de dilatación, bandejas sanitarias, y elementos decorativos de interiores.

La finalidad del EPS en la construcción actual y futura es que se caracteriza por ser muy flexible al adaptarse fácilmente a otros elementos constructivos, como la madera, hierro, aluminio o concreto, y con las exigencias de ahorro energético, la protección contra el ruido y el medio ambiente; estos productos presentan un ciclo de vida más perdurable y se pueden reducir, reutilizar, reciclar y recuperar. Asimismo, este material es bastante ligero por lo que tiene un contenido

compuesto por 98% de aire y 2% de plástico. Si bien su textura y composición es variable, caracterizándose por ser de color blanco, y translucido cuando posee poco grosor, es térmica hasta los 70°, es de gran ligereza y resistencia mecánica a la compresión.



Figura 1. Composición típica del reciclado del Poliestireno Expandido (EPS)

2.2.1.2. Principales características y comportamientos del Poliestireno Expandido

Estas características del EPS son parámetros importantes para el tipo de actividad que se va realizar en las grandes edificaciones para una solución óptima. El poliestireno es transparente, incoloro, de densidad 1.06 gr/cm³, muy duro y resistente aunque frágil.

Tabla 1. Proceso Productivo

DIAGRAMA DE FLUJO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)		
POLIMERIZACIÓN	HOMOGENIZACIÓN	FILTRACIÓN
SECADO	CRIBADO Y DITIVADO	ALMACENAJE
OBTENCIÓN DEL MATERIAL		
RECEPCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS	REPOSO INTERMEDIO Y ESTABILIZACIÓN	ENVASADO Y EMBALAJE
PRE-EXPANSIÓN	EXPANSIÓN Y MOLDEO FINAL	TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO

Características Físicas:

Maleabilidad: Permite la obtención por compresión de delgadas láminas de material, y que puede batirse y extenderse en láminas o planchas delgadas

Ductilidad: Permite la obtención por tracción de hilos o cables, que cuando se encuentran bajo la fuerza o el efecto de una acción pueden llegar a deformarse como material pero sin tener que romperse.

Resistencia Mecánica: Capacidad de resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, resistencia a la flexión, resistencia a la tracción, resistencia al esfuerzo cortante y fluencia a compresión.

Aislante Acústico: Material que amortigua las ondas sonoras, ya que establece una barrera al paso del calor entre dos medios que naturalmente tenderían a igualarse en temperatura.

Aislante Eléctrico: Material que resiste el paso de la corriente eléctrica a través de él.

Aislante Térmico: Establece una barrera al paso del calor entre dos medios que naturalmente tendrían a igualarse en temperatura, aproximadamente un 98 % del volumen del material es aire y únicamente un 2 % de materia sólida.

Baja Densidad: Baja masa contenida en un determinado volumen, debido al aire cerrado dentro de una estructura celular conformada, aproximadamente se sitúan en el intervalo que va desde los 10 kg/m³ hasta los 50 kg/m³.

Impermeabilidad: Capacidad de un material para impedir que un fluido lo atraviese.

Características Químicas:

El Poliestireno expandido es un tipo de polímero formadas a partir de la unión repetida de una o varias moléculas unidas por enlaces covalentes, dependiendo de su origen pueden ser naturales o sintéticos. Los sintéticos contienen normalmente entre uno y tres tipos

diferentes de unidades que se repiten, mientras que los naturales presentan estructuras mucho más complejas, y tienen mayor interés desde el punto de vista comercial. Es un producto estable químicamente inerte y compatible con el resto de elementos de los sistemas constructivos, garantizando así unas prestaciones constantes durante toda la vida útil de la obra.

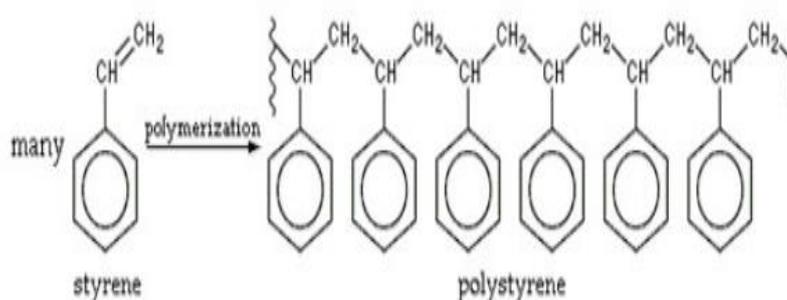


Figura 2. Estructura Molecular del Poliestireno

Su composición está formada por 92% de polímero de estireno, 5% de agente expansor, 0.35% de agentes ignifugantes, 2.5% de agua y 0.15% de aditivos menores. Es un material estable frente a muchos productos químicos.

Cuando se utilizan adhesivos, pinturas disolventes y vapores concentrados de estos productos, hay que esperar una reacción de estas sustancias, asimismo no es estable frente a ácidos concentrados (sin agua) al 100%, disolventes orgánicos (acetona, ésteres), Hidrocarburos alifáticos saturados, Aceite de diesel, y Carburantes.

Tabla 2. Resumen de los productos químicos del Poliestireno Expandido (EPS)

SUSTANCIA ACTIVA	ESTABILIDAD
Solución Salina	Estable, el EPS no se destruye con una acción prolongada
Jabones Y Soluciones Tensoactivos	Estable, el EPS no se destruye con una acción prolongada
Lejías	Estable, el EPS no se destruye con una acción prolongada

Ácidos Diluidos	Estable, el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácido clorhídrico al 35 % y ácido nítrico al 50 %	Estable, el EPS no se destruye con una acción prolongada
SUSTANCIA ACTIVA	ESTABILIDAD
Ácidos concentrados sin agua al 100%	No estable, el EPS no se contrae o se disuelve
Soluciones alcalinas	Estable, el EPS no se destruye con una acción prolongada
Disolventes orgánicos como la acetona, ésteres, etc.	No estable, el EPS no se contrae o se disuelve
Hidrocarburos alifáticos saturados	No estable, el EPS no se contrae o se disuelve
Aceites de parafina, vaselina	Relativamente estable, en una acción prolongada puede contraerse o ser atacada su superficie.
Aceite de diesel	No estable, el EPS no se contrae o se disuelve
Carburantes	No estable, el EPS no se contrae o se disuelve
Alcoholes como el metanol o etanol	Estable, el EPS no se destruye con una acción prolongada
Aceites de Silicona	Relativamente estable, en una acción prolongada puede contraerse o ser atacada su superficie.

Características Biológicas:

Según el centro de investigación de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (2014). El poliestireno expandido no constituye substrato nutritivo alguno para los microorganismos. No se pudre, no enmohece y no se descompone, tampoco se ve atacado por las bacterias del suelo. No es alimento de roedores, ni de insectos. Es inodoro, reciclable, no tóxico y no contiene compuestos como clorofluoro- carbonado y no daña la capa de ozono. Al no ser un producto biodegradable, mantiene su inalterabilidad en el tiempo, lo que le permite una larga vida útil. Los productos de este material cumplen con las exigencias sanitarias y de seguridad e higiene establecidas por las normas pertinentes, pueden utilizarse con total

seguridad en la fabricación de artículos de embalaje destinados al contacto alimenticio. Se pueden adjuntar a los residuos domésticos o bien ser incinerados. En cuanto al efecto de la temperatura, mantiene las dimensiones estables hasta los 85°C. (Universidad de Palermo – Argentina, 2016).

El estudio microscópico del material permitió identificar los mecanismos de deformación que ocurren en la estructura interna del EPS cuando se encuentra bajo esfuerzos de compresión, mientras que el estudio macroscópico permitió determinar que la densidad del EPS, el esfuerzo de confinamiento y la velocidad de desplazamiento son factores que influyen en las relaciones esfuerzo-deformación del material. La resistencia del EPS aumenta conforme lo hacen la densidad del material y la velocidad de desplazamiento y disminuye en la medida que el esfuerzo de confinamiento aumenta. La energía absorbida por una muestra de EPS cuando se somete a esfuerzos por compresión se disipa a través de dos mecanismos que ocurren de forma simultánea, el primero de ellos está asociado a las paredes de la estructura celular y el segundo con el aire encapsulado en su interior. (López, 2019).

Comportamiento frente al fuego:

Según la Asociación europea fabricantes de EPS (2014). El comportamiento frente al fuego depende de las condiciones bajo las que se use, así como de las propiedades inherentes del material. Las propiedades inherentes dependen de si la espuma está hecha o no de material retardante al fuego. La mayoría de los productos de EPS han sido fabricados durante décadas en calidad retardante al fuego, el retardador polimeriza en la estructura molecular y es insoluble en agua, lo que asegura que no hay desprendimientos desde el material al medioambiente.

Cuando estos productos se encuentran expuestos a temperaturas superiores a 100°C empiezan a reblandecerse lentamente y se contraen y si aumenta la temperatura se funden. Si continua expuesto al calor durante un cierto tiempo el material fundido emite efectos de

descomposición gaseosos inflamables. La contribución del EPS a la producción de humo y gases tóxicos depende de la cantidad de material de aislamiento disponible y de su densidad. La importancia relativa de esta contribución viene determinada por la participación del EPS en la carga de fuego total. Como se ha mencionado estos materiales de aislamiento en la carga de fuego es del 3%, además el aislamiento de EPS está normalmente cubierto por un material de acabado superficial como yeso, mortero, ladrillo, madera o acero que lo protege durante la primera fase del incendio. Si el calor del fuego ingresa en el EPS dentro de la construcción, el material no arde pero se comprime hasta derretirse completamente.

2.2.1.3. Comportamiento frente al agua y vapor de agua, y factores atmosféricos:

Universidad Nacional de Cajamarca - UNC, (2016). El poliestireno expandido no es absorbente a diferencia de lo que sucede con otros materiales del sector construcción, ya que absorbe una pequeña cantidad de humedad. Varios estudios se han realizado en probetas de lado 5 cm y densidad 15 kg/m³, estos valores ascienden al 13% en volumen al cabo de 7 días, y del 2 al 3% en volumen al cabo de un año de estar sumergido en agua. Para impedir que el EPS se humedezca por difusión de vapor de agua y condensación, es recomendable que las planchas de estos productos no permanezcan en contacto directo con el agua durante periodos prolongados.

Por el contrario, el vapor de agua puede difundirse lentamente a través del material aislante, siempre que exista el correspondiente gradiente de temperatura, en caso de enfriamiento puede depositarse en forma de agua. La resistencia a la difusión se obtiene del producto del coeficiente de resistencia a la difusión de vapor de agua del material por su espesor de capa. El coeficiente de resistencia a la difusión es un valor sin dimensiones que indica la diferencia que existe entre la resistencia que ofrece un material de construcción comparado con la de una capa de aire de idéntico espesor.

Por otra parte, se conoce que la mayor parte de la masa de la atmosfera está concentrada en una capa sobre la superficie de la tierra, donde también encontramos otras especies químicas y partículas originadas directamente o indirectamente por la actividad humana. La radiación ultravioleta es prácticamente el único factor que reviste importancia bajo la acción prolongada, es por ello que el poliestireno expandido toma un color amarillento y se vuelve frágil de manera que la lluvia y el viento logran erosionarla, sin embargo, estas consecuencias pueden evitarse con medidas sencillas, en las aplicaciones de construcción con pinturas, revestimientos y recubrimientos, ya que las propiedades químicas de este producto (EPS) hacen que sea estable frente a otros, tales como el agua de mar, jabones, lejías, ácido clorhídrico (al 35%), ácido nítrico (al 50%) y alcoholes, lo que hace que no se destruya.

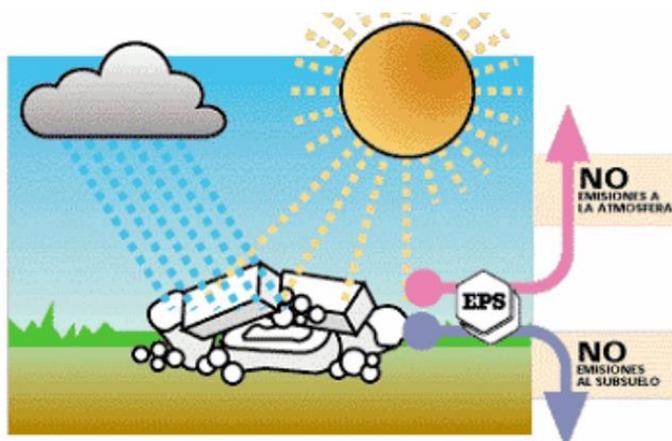


Figura 3. Comportamiento en la atmosfera del EPS

2.2.1.4. Fases para la elaboración del Poliestireno Expandido

Según Lituma y Zhunio (2015), el poliestireno expandido se adquiere a partir del etileno y varios compuestos aromáticos, así como del hidrocarburo aromático denominado estireno, elaborándose mediante el proceso de polimerización del monómero de estireno con adición de un agente expansor denominado pentano que no contiene compuestos como cloro y flúor, y a través de un reactor con agua. El producto es colocado en pre-expansores, estas máquinas son cilíndricas de 1m de diámetro y 2m de altura lo cual son sometidas a altas temperaturas generadas por el vapor de agua, estas temperaturas oscilan entre los

80°C y 100°C. El proceso de fabricación del poliestireno Expandido consta de las siguientes Fases:

a. Pre expansión

La materia prima luego de ser almacenado en un lugar fresco y ventilado es llevada a un equipo pre-expansor, el cual es inyectado con vapor de agua que dilata el pentano que se encuentra en dicho producto.

El volumen de las perlas se expanden hasta 50 veces más que su tamaño inicial y provocando en su interior la formación de una estructura de celdas cerradas que retiene el aire en su interior, obteniendo de esta manera excelentes propiedades de aislante térmico. (Gamarra y Pacheco, 2018).

b. Maduración

Se genera durante el proceso de pre-expansión donde las perlas son sometidas a un periodo de reposo, y que puede variar de 6 hasta 48 horas dependiendo de la densidad aparente y de las condiciones climáticas del lugar, asimismo, se acopian en depósitos con paredes permeables al aire para eliminar del exceso de humedad de las perlas; si el tiempo reposo del material es menor a 6 horas la cohesión entre las perlas no será suficiente y no pegara adecuadamente, obteniéndose bloques de mala calidad. (Gamarra y Pacheco, 2018)

c. La Sinterización

En esta etapa las perlas expandidas y secas se inyectan de vapor de agua saturado, donde ablanda el poliestireno lo suficiente para que el gas pentano se expanda aumentando el tamaño de las perlas, y eliminando las aberturas que hay entre las perlas soldadas estableciendo un bloque homogéneo y expandido. (Gamarra y Pacheco, 2018)

d. Corte y Perfilado

Estos bloques de poliestireno expandido pueden ser cortados en planchas para el sector construcción, y transformados para realizar cortes en formas más complicadas según el consumidor

lo requiera, siendo de esta manera un material económico y versátil. (Gamarra y Pacheco, 2018).

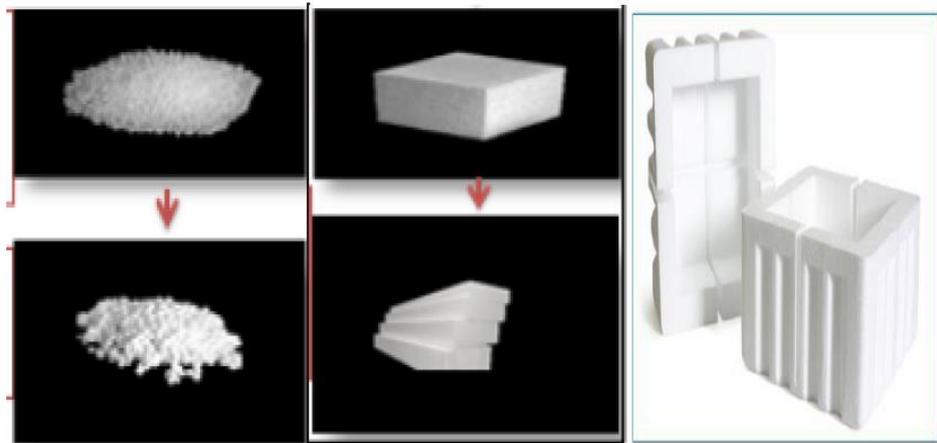


Figura 4. Proceso de producción del Poliestireno expandido

2.2.1.5. Problemáticas Asociadas al Poliestireno Expandido

De acuerdo a Betancourt (2015), existe un gran porcentaje de trozos de materiales plásticos, como el Poliestireno Expandido que son arrojados y contaminan el medio ambiente, lo cual de acuerdo a sus características y propiedades permiten ser reciclados y reutilizados para la producción de los mismos ya que no experimentan cambios.

Se tiene en cuenta un principal método que ha sido utilizado para el reciclaje del Poliestireno expandido, que consiste en despedazar mecánicamente o manualmente el material para luego formar nuevas piezas con material reciclado, y obtener un nuevo producto útil para la sociedad.

2.2.2. BLOQUES DE CONCRETO

2.2.2.1. Mezclas de los bloques de concreto

De acuerdo a Sierra (2014), para obtener un buen diseño de mezcla es importante tener una buena dosificación, tanto en la selección de agregado grueso y fino, así como la relación agua/cemento y un porcentaje de un aditivo ya que permite darle una mayor manejabilidad al concreto para lograr una adecuada compactación.

Se debe revisar que el molde este limpio y en buen estado, así como tener en cuenta las siguientes características para obtener una buena dosificación, así como: cohesión en estado fresco para ser desmoldados y transportados sin que se deformen o dañen, máxima compactación para que su absorción sea mínima, resistencia esperada según su uso, carga o relleno, y un acabado superficial deseado.

Una vez sacado del molde, se debe tener en cuenta la textura de la superficie dado que las partículas de los agregados deben estar unidas por la pasta del cemento para formar una estructura abierta ideal, lo que indica que mientras el concreto está en la mesa vibradora, la mezcla debe licuarse hasta unirse completamente, y la unidad puede ser retirada manteniendo un manipuleo adecuado para su transporte o carga.

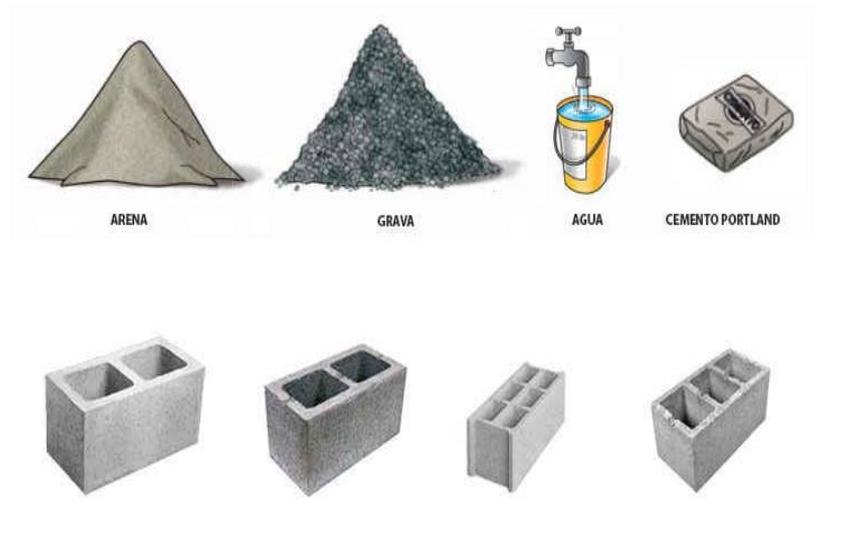


Figura 5. Diseño de Mezcla y bloques de concreto

De acuerdo a la NTP 399.601 (2016), los bloques de concreto se clasifican de acuerdo a su área de orificios y por su resistencia a la compresión. Además, los ladrillos de concreto deben estar conformes a los siguientes tipos que son:

- Tipo 24: Para su uso como unidades de enchape arquitectónico y muros exteriores sin revestimiento.

- Tipo 17: Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la acción del frío y a la penetración de la humedad.

- Tipo 14: Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.

La prueba de slump al concreto fresco para determinar su consistencia es indispensable, y consiste en rellenar un molde metálico en forma de cono con dimensiones normalizadas en tres capas apisonadas y 25 golpes de varilla. Luego de retirar el molde se mide el asentamiento que experimenta la masa de concreto colocado en su interior.

Tratamiento Fundamental

De acuerdo a Sierra (2014), se debe tener una uniformidad entre la arena y el cemento para obtener un color parejo, al adicionar la grava. Del mismo modo, se agrega el agua en una cantidad proporcional al diseño de mezcla hasta tener una consistencia requerida. Es importante la secuencia de colocación de los materiales que se realiza con la mezcladora, ya que muestra resultados satisfactorios:

- El agregado grueso y las tres cuartas partes del agua a usar en la mezcladora y mezclar por 15 segundos.
- El cemento y mezclar por 15 segundos. Al hacerse de este modo, se mejora la adherencia entre las partículas gruesas y la pasta de cemento.
- La arena y el resto del agua y mezclar hasta completar dos o tres minutos.

Continuando con el tratamiento, se procede a llenar el molde por capas consolidadas y vibradas manualmente, el molde se realiza verticalmente y en una superficie plana, se deja fraguar los ladrillos y evitar el manipuleo antes de las 24 horas. Posteriormente, se debe introducir los ladrillos en la poza de curado por un plazo mínimo de 3 días, para luego almacenarlo manteniéndolo bajo sombra y protegidos de la humedad. En el caso que se presenten defectos se debe retirar

de la tabla y devolver el material, ya que se pueden utilizar en otros tipos de trabajos en el sector construcción. (Perez, 2016).

Condiciones del tratamiento

De acuerdo a Gallegos & Casabonne (2005), es importante tener las siguientes consideraciones para el tratamiento de los ladrillos de concreto:

- Es importante que el concreto sea mezclado de forma totalmente homogénea, es decir utilizando mezcladoras de alta eficacia que aseguran una rápida producción de los hidratos del cemento para facilitar la formación de los ladrillos de concreto.
- El largo y ancho de las unidades se controla por las dimensiones del molde, y solo varían con el desgaste de este.
- Después de desmoldar las unidades, estas deben ser maduradas que implica por lo menos su curado húmedo bajo condiciones ambientales, hasta el desarrollo de la resistencia adquirida.

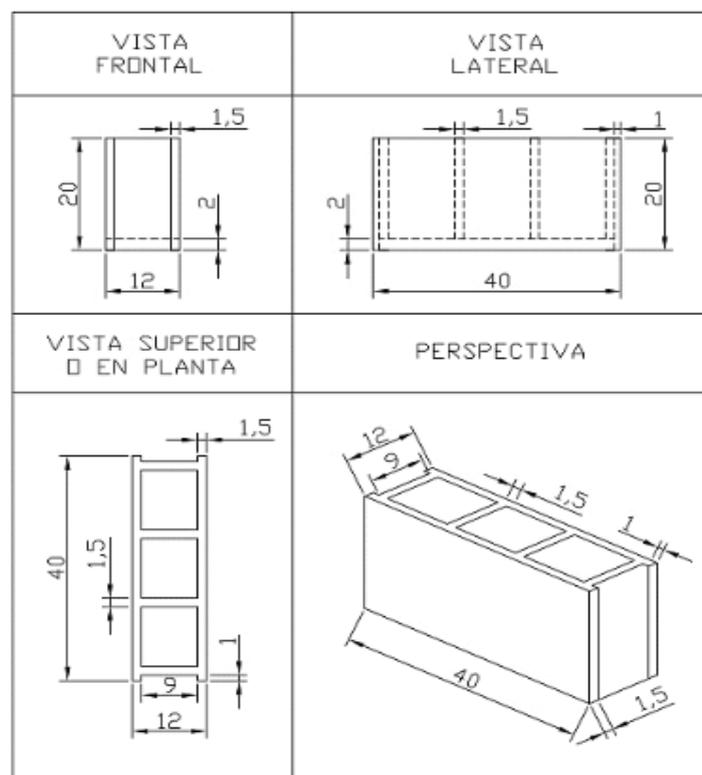


Figura 6: Dimensiones de los moldes de los bloques de concreto

2.2.2.2 Propuestas para el procesamiento de bloques de concretos livianos

A continuación, Estas propuestas que se realizaron para la mezcla de concreto se usaron con ciertas restricciones estructurales, pero adaptables dentro del proceso constructivo de una edificación ya que obedece a los criterios de la Norma Técnica Peruana.

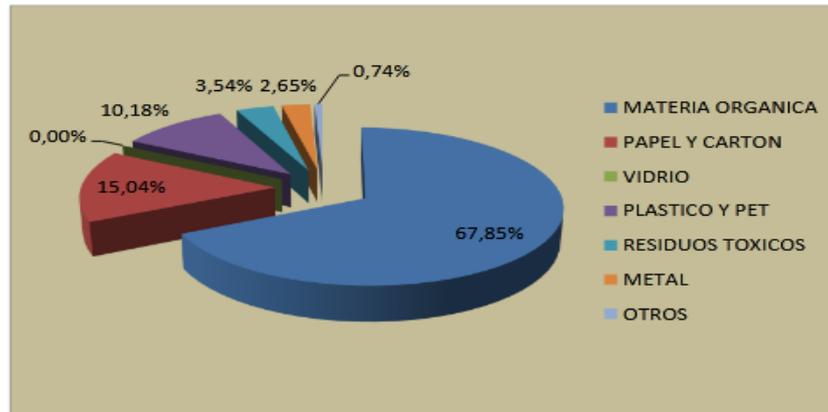


Figura 7. Caracterización de los porcentajes de polímeros usados
Descripción

De acuerdo a Gaggino (2008), los procesos de tratamiento con polímeros, por ejemplo el vidrio, plásticos y otros son esenciales en la construcción moderna. Es por ello que, la elaboración de elementos constructivos utilizando materiales plásticos reciclados ha logrado desarrollar componentes de construcción ligeramente livianos, de buena aislación térmica, y resistencia mecánica suficiente para cumplir la función de cerramientos en los diferentes tipos de obras.

En este caso, se pueden utilizar como materia prima materiales reciclados plásticos para promover el uso de recursos disponibles en lugar de acumularlos en botaderos o dejarlos al aire libre afectando a la sociedad con la contaminación.

Para este proceso los residuos plásticos son seleccionados, triturados con un molino especial, y mezclados en proporciones adecuadas con agua y cemento, en el caso que se utilicen residuos muy contaminados

tomados de la basura es importante realizar un lavado previo. Por eso el aspecto de una vivienda construida con estos componentes no difiere en absoluto con otras tradicionales. En el caso de los envases de PET no es necesario sacarles etiquetas ni tapas previo al proceso de triturado, ya que no se pueden utilizar envases procedentes de la industria.

Para la fabricación de los elementos constructivos se utilizó un procedimiento similar al de un concreto común, pero reemplazando áridos por plásticos reciclados. La mezcla de concreto es vertida en una máquina de fabricar ladrillos o en moldes con las medidas estandarizadas, según el tipo de elemento constructivo de que se trate.

En ellos se realiza una compactación mecánica o manual. Luego del desmolde los elementos constructivos deben ser sumergidos con agua para el proceso de curado, donde a los 28 días de haber sido fabricados pueden ser utilizados en obra.

2.2.2.3. Propuesta alternativa e innovadora para el tratamiento de bloques de concreto usando poliestireno expandido (EPS)

A continuación, se postula una propuesta alternativa para el tratamiento de bloques de concreto usando poliestireno expandido de acuerdo a los estándares de la Norma Técnica Peruana, la cual fue realizada por la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires – UBA (2019), quienes estructuraron otra forma de obtener ladrillos livianos.

Descripción

Para realizar los procesos de tratamiento de bloques de concreto liviano, deben analizarse diferentes dosificaciones en volúmenes para obtener los pesos establecidos, teniendo en cuenta el uso de un aditivo plastificante y se elabore adecuadamente.

Asimismo, debido al área donde se ubicará el procesamiento de estos tipos de ladrillos dentro de la ciudad, rodeada de viviendas,

construcciones y otros, la trituración de poliestireno expandido es de manera manual con materiales básicos como son la arena, cemento, agua y aditivo plastificante. Es necesario tener en cuenta los siguientes tratamientos para su elaboración:

- Selección de materiales
- Disponibilidad de equipos
- Moldeado y fraguado
- Curado
- Almacenamiento
- Muestreo y control de calidad del producto
- Transporte y distribución del equipo

Sin embargo, existen factores que afectan al tratamiento, desarrollándose procesos de degradación química, biológicas, y otros componentes que reducen a la materia retenida a formas más simples, y son:

- Diámetro de partículas de la trituración del poliestireno expandido
- Temperatura de los materiales
- Mezcla de disolventes orgánicos como la acetona, esterres y otros ácidos concentrados.

Para encontrar las proporciones más apropiadas es necesario tener varias muestras de prueba, las cuales se calculan en base a las propiedades de los materiales. Se conoce que los agregados son un conjunto de partículas de origen natural o artificial, que deben estar químicamente estables y libres de materias orgánicas. En este caso, se utiliza la trituración de poliestireno expandido como agregado grueso debido a sus características de resistencia mecánica, y el agregado fino por la manejabilidad del concreto. El aditivo es fundamental para este prototipo de material, y se agrega inmediatamente antes, después o durante la realización de la mezcla con el propósito de mejorar las

propiedades del concreto, tales como resistencia, manejabilidad, fraguado, durabilidad, entre otras.

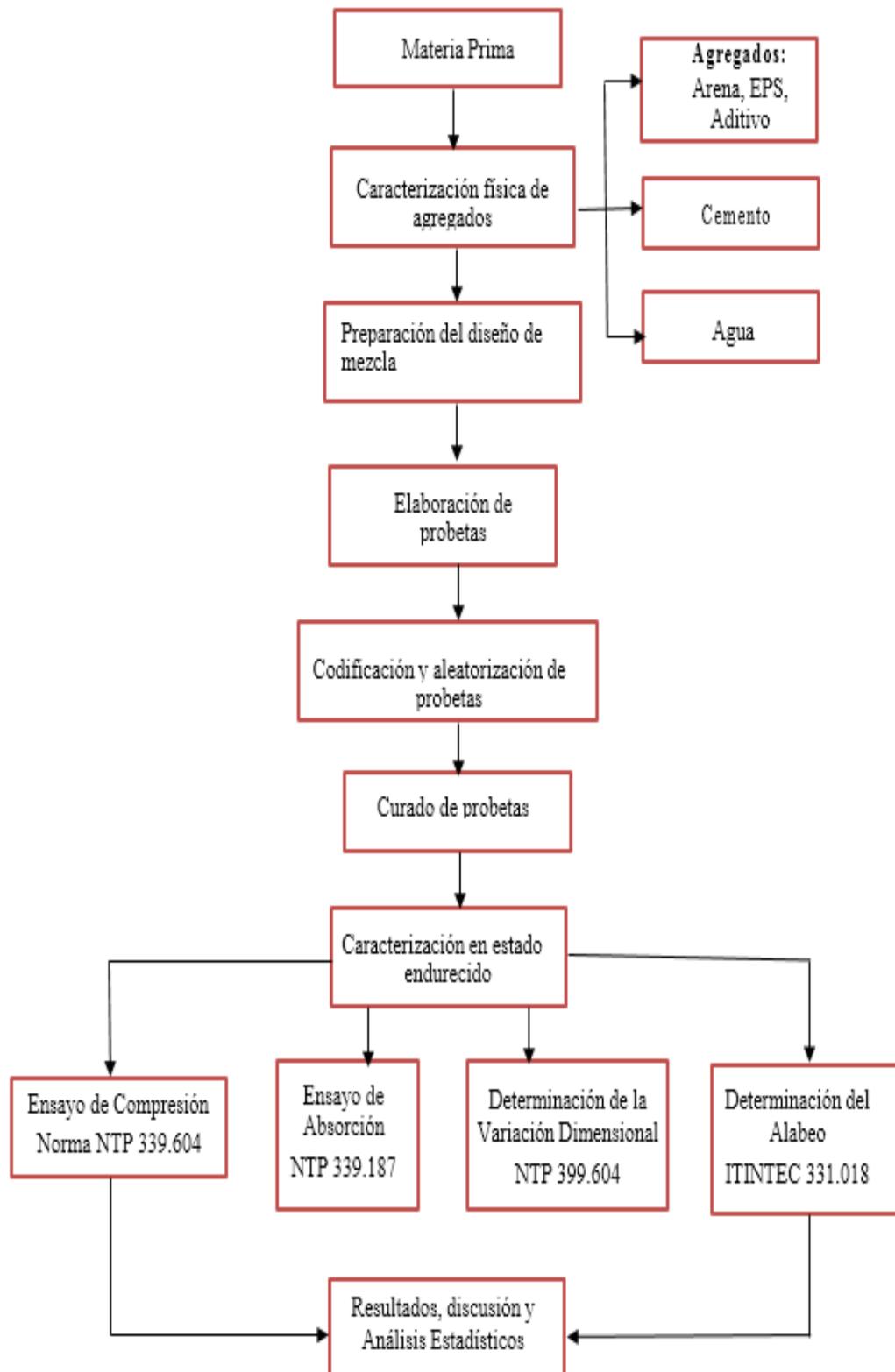


Figura 8: Diagrama de flujo del Procedimiento Experimental

Del mismo modo, debe emplearse el cemento requerido para que al reaccionar con agua se convierta en pasta y cumpla con la propiedad de aglutinar, para que inmediatamente se analicen diferentes dosificaciones en volumen y obtener los pesos establecidos.

Asimismo, el proceso de elaboración para este tipo de ladrillo de concreto liviano no es tan complejo ni costoso como otros, ya que la cantidad de mano de obra y equipo especializado es menor. Del mismo modo, los beneficios de esta nueva técnica son satisfactorios, tanto en el sector construcción como para el medio ambiente, ya que disminuye la contaminación reutilizando el poliestireno expandido.

Además, el poliestireno expandido en este tipo de concreto liviano se usa ampliamente en la construcción de edificios ya que son ahorradores de energía, y puede reducir la energía utilizada para climatizarlo hasta un 40% de lo normal, así como también presenta una serie de ventajas, como económicas, rapidez en la ejecución, ahorro de transporte, entre otros, que beneficia al constructor y mejora las condiciones de habitabilidad de las personas.



Figura 9. Aplicación del Poliestireno expandido en el sector construcción



Figura 10. Recolección del poliestireno expandido a partir de la industria de la Construcción



Figura 11. Reciclaje del poliestireno expandido a partir de los empaques y embalajes



Figura 12. Trituración del EPS en forma manual

Se deben considerar la calidad de estos ladrillos a medida que se realiza el montaje de los muros hasta su culminación, ya que resulta una ventaja con respecto a los ladrillos tradicionales, obteniéndose las siguientes características:

- Reducción del tiempo de obra.
- Ahorro en costos de construcción.
- Mayor protección térmica.
- Mayor protección acústica.
- Un detalle importante es que se utiliza para muros no estructurales como paredes, tabiquerías, cerramientos y otros.

El almacenamiento para estos bloques livianos son muy importantes, por lo general deben estar cubiertos para que no se humedezcan con la lluvia antes de los 28 días, que es su periodo de endurecimiento. La calidad de los bloques puede variar mucho de acuerdo a su proceso de elaboración, y se deben aceptar los que presenten dimensiones y acabados uniformes, sin fisuras, con superficies planas, adecuado color y textura, ya que esto demuestra su homogeneidad.

Se pueden verificar las siguientes figuras, el procedimiento de recolección para la trituración del poliestireno expandido.

Con respecto a utilizar materiales no estructurales en la construcción de edificios, podemos observar que el 60% de las empresas utiliza materiales no estructurales, mientras que el 40% no lo utiliza debido a mantener pesos más ligeros entre niveles.

2.2.2.4. Posibilidades del Poliestireno para la elaboración del concreto ligero

El concreto ligero a partir del poliestireno, se limita mayormente para el uso no estructural debido a las propiedades de baja resistencia. Estos materiales son utilizados en el sector

construcción, como en paneles de revestimiento, muros no estructurales, cerramientos, pavimentos, entre otros.

Para elaborar estas unidades de bloques de concreto se realizan mezclas de control, donde se tienen en cuenta adiciones de poliestireno en proporciones de 20, 40, 60 y 80%. De esta manera, al encontrar un producto de desperdicio que pueda sustituir a la elaboración del concreto, tiene un gran resultado medioambiental en beneficio de la sociedad.

Asimismo, existe una reducción de la carga muerta donde la masa por unidad de fuerza es menor en concreto ligeros. Esto ofrece ventajas significativas en la reducción del peso propio de las estructuras de concreto tales como edificios de gran altura. Este tipo de concreto ligero es mejor en la absorción de ondas de choques en comparación con el concreto ordinario, ya que puede absorber fácilmente el impacto de cargas sin dañarse.

La reducción de la masa está involucrado en la construcción, en comparación con el concreto tradicional, el tiempo de construcción se puede reducir y los componentes de construcción, tales como pisos, paredes y techos de peso ligero pueden ser transportados y manipulados mucho más fácilmente, obteniendo un mejor rendimiento. Debido a su ligereza, el concreto ligero puede reducir fácilmente el costo de transporte, mano de obra y manipulación.

El poliestireno expandido puede agregarse en un porcentaje importante al agregado grueso para la elaboración de este tipo de concreto ligero en la construcción, por lo tanto puede ser reducida en gran medida al reciclar este material para reutilizarlos, por otra parte los residuos que se generen después de la vida útil de la construcción serán productos mucho más ecológicos que los del concreto tradicional.

2.2.2.5. Pruebas de la Norma Técnica Peruana

A. Variación Dimensional

La variación dimensional se realiza para determinar el espesor de las juntas, lo cual debe estar por encima de lo requerido que es de 9 a 12 mm para una adecuada adhesión entre estos, logrando así que esta unidad de albañilería obtenga menor resistencia a compresión y fuerza cortante. Las dimensiones de los bloques de concreto se diferencian de largo, ancho y alto, lo cual son características geométricas que ningún ladrillo mantiene perfectamente, e inciden en la resistencia de la albañilería. Se debe tener en cuenta, que a más y mayores imperfecciones menor resistencia de la albañilería.

B. Resistencia a la Compresión

La resistencia de compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga, la cual indica que los bloques deben estar completamente enteros, realizándose en una proyección hacia los 28 días para verificar resultados y estimar la correcta relación agua/cemento, lo cual es necesario para obtener concreto con la resistencia promedio especificada. La capa superior e inferior de la unidad deben ser paralelos, además el espesor promedio de la capa de revestimiento debe basarse según la norma NTP 339.605 "Método de Ensayo para la Determinación de la Resistencia en Compresión de Prismas de Albañilería".

C. Absorción

La absorción se realiza para absorber agua hasta llegar a un punto de saturación, luego de 24 horas de inmersión en agua y secada superficialmente, y se obtiene de la diferencia de

peso entre la unidad mojada y la unidad seca expresada en porcentaje del peso de la unidad seca.

D. Densidad

La densidad indica si un bloque es pesado o liviano, además muestra el índice de esfuerzo de la mano de obra o de equipo requerido para su manipulación desde su fabricación hasta su asentado.

2.2.3. BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES

De acuerdo a Carrillo y Gonzales (2006), define el bloque de concreto o unidad de mampostería como un elemento prefabricado y de usos muy comunes en el sector construcción. El análisis y diseño de los pórticos de concreto con rellenos de mampostería ha sido siempre considerar estos muros como un elemento no estructural que aporta solo cargas verticales uniformes a la edificación, y que tiene la ventaja de ser un sistema económico y fácil de construir para fines de subdivisiones espaciales, protección contra el fuego, aislamiento térmico y acústico, dando un toque diferente en la apariencia y estética de las edificaciones.

Marco Legal

Para realizar la elaboración de estos bloques de concreto a partir de la trituración del poliestireno expandido, éstos deben cumplir con las especificaciones técnicas, y reglamentos que establece la Norma Técnica Peruana, que son exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilerías estructuradas.

Existe una variabilidad de normas NTP 399.613 y 399.604, que consiste en medir todas las aristas de las caras, como el largo, ancho y alto obteniendo cuatro medidas en milímetros, donde el resultado es el promedio. Dicha variabilidad es una propiedad física del ladrillo que influye al comportamiento resistente del muro, que significa a mayor

variación dimensional mayor espesor de la junta, así mismo menor será la resistencia a compresión y la fuerza cortante del muro de albañilería.

3 Características Generales de la unidad de Albañilería de acuerdo a la Norma E.070

- Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.
- Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice, cal o concreto, como materia prima.
- Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares, y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.
- Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESION <i>f_b mínimo en MPa (Kg/cm²) sobre área bruta</i>
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Bloque P⁽¹⁾	±4	±3	±2	4	4,9 (50)
Bloque NP⁽²⁾	±7	±6	±4	8	2,0 (20)

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

Figura 13. Clasificación de la Unidad de albañilería para fines estructurales Fuente: Norma E. 070 (2006) “Reglamento Nacional de Edificaciones”

Asimismo, de acuerdo a lo establecido en la Norma E. 070 del RNE existe una aceptación de las unidades de albañilería, los cuáles mediante la

evaluación de las propiedades más representativas permite aceptar o rechazar el lote teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- Si la muestra presenta más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40% para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esta dispersión de resultados, se rechazará el lote.
- La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%, y el espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 12 mm para el Bloque clase NP.
- La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.
- La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.
- La unidad de albañilería no tendrá manchas o betas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

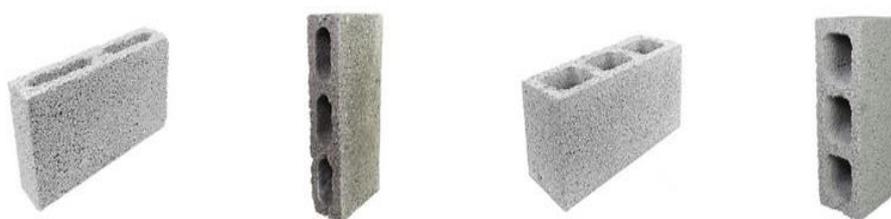


Figura 14. Representación de los bloques ligeros y bloques pesados

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Determinación de la forma general de una estructura: Lo primero que se debe tener en cuenta es el requisito de funcionalidad de la estructura, si va a

servir para vivienda o para cubrir un espacio. Se deben examinar varias consideraciones secundarias, entre ellas los aspectos económicos, estéticos, y legales.

Muros de soporte de Carga: Su función básica es soportar cargas de elementos constructivos colocados por encima de ellos sujeto a compresión. La carga estructural se dispersa desde el centro del muro hacia la zona externa conservando la vida útil de la edificación. Las características de este tipo de muro deben sostener y mantener en su lugar a las paredes, y los materiales utilizados para su construcción, que se modifican de acuerdo con la cantidad de peso que debe resistir. Sin embargo, los materiales deben ser más resistentes mientras mayor sea el peso. (Silva, 2014)

Muros no estructurales: Son elementos que no transmitan ni ayuden a soportar las cargas de una estructura en la medida que estén estrictamente aislados, éstos únicamente soportan su peso propio y tienen como función principal dividir espacios. Existen varios tipos de muros no estructurales dependiendo del lugar en el que se encuentran ubicados en una edificación:

Muros Divisorios: La función básica de este tipo de muro es de aislar o separar, debiendo tener características tales como acústicas y térmicas, impermeable, resistencia a la fricción o impactos y servir de aislantes. (Silva, 2014)

Fachada o Cerramientos: La función básica de este tipo de muro es cerrar la edificación y aislarla de las condiciones climáticas a la que se encuentra sometida por medio de muros perimetrales, debe cumplir exigencias de estabilidad y durabilidad, tales como la resistencia a la acción del viento, protección acústica, protección térmica, cumpliendo así con el mayor número de necesidades y funciones. (Silva, 2014)

Estructural: Sostiene el peso propio, sostiene los acabados, traslada las cargas a las losas, así como también recibe las cargas dinámicas externas de las edificaciones. RNE E-0.70 (2006).

Vulnerabilidad Estructural: El término estructural, o componentes estructurales, se refiere a aquellas partes de un edificio que lo mantienen en

pie, entendidos éstos como los pisos y techos diseñados para transmitir fuerzas horizontales, como las de sismos, a través de las vigas y columnas hacia los cimientos. RNE E-0.70 (2006).

Vulnerabilidad no Estructural: El término no estructural se refiere a aquellos componentes de un edificio que están unidos a las partes estructurales, como tabiques, ventanas, techos, puertas, cerramientos, cielos rasos, y otros que cumplen funciones esenciales en el edificio o que simplemente están dentro de las edificaciones. RNE E-0.70 (2006).

Carga: Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos. RNE E-0.70 (2006).

Carga Muerta: Es el peso de la estructura en sí misma y se considera constante en magnitud y localización.

Carga Viva: carga extrema movable sobre una estructura que actúa verticalmente.

Tabique: Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral.

Seguridad: Defiende de los fenómenos atmosféricos como el impacto de los objetos, nieve, granizo, y lluvia.

Visual: Contribuye a la parte decorativa estética, genera espacios al exterior, y da proporción al espacio interior.

Ambiental: Aísla los agentes atmosféricos agua, sol, nieve, polvo, humo ruido y otros.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Las características y comportamientos en la elaboración de bloques de concreto a base de la trituración del poliestireno expandido reciclado

serán validados para ser utilizados en muros no estructurales en la ciudad de Huánuco.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Los valores de las propiedades físico mecánicas en la elaboración de los bloques de concreto para muros no estructurales a partir de la trituración del poliestireno expandido reciclado cumplirán con los requerimientos de la Norma del RNE E.070 al efectuar los ensayos correspondientes.
- Existen beneficios económicos significativos en la elaboración de bloques de concreto a partir de la trituración del poliestireno expandido reciclado como material compuesto en el sector construcción.

2.5. SISTEMA DE VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Variable 1. El Poliestireno Expandido

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Variable 2. Bloques de concreto

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Variable Independiente: El Poliestireno Expandido	Factor Legal	<ul style="list-style-type: none"> • Licencia de Construcción • Certificado de Posesión • Título de Propiedad 	De Intervalo
	Especialista	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisor de obra • Residente de obra • Maestro de obra 	
	Control de calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Reciclaje de poliestireno expandido • Trituración de poliestireno expandido • Peso unitario suelto • Peso unitario específico • Porcentaje de absorción y contenido de humedad • Análisis granulométrico • Mano de obra 	
Variable Dependiente: Bloques de concreto	Estructuración del bloque de concreto	<ul style="list-style-type: none"> • Módulo de fineza • Tipo y marca de cemento • Resistencia en promedio • Asentamiento del concreto por el método de Cono de Abrams 	De Intervalo
	Pruebas de la NTP 399.604	<ul style="list-style-type: none"> • Variación Dimensional • Resistencia a la Compresión • Absorción • Densidad • Contenido de humedad 	

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio (2014), “una investigación se denomina experimental porque en un estudio de este tipo se construye el contexto y se manipula de manera intencional a la variable independiente.

La concurrente investigación es de tipo experimental, porque ésta se ha basado en primer lugar en la determinación experimental de una dosificación óptima para la elaboración de bloques de concreto a partir del Poliestireno Expandido estudiando las propiedades de estas dosificaciones tanto en estado fresco como en estado endurecido, así como también estudiar sus características físicas, químicas y biológicas con la finalidad de comprobar si cumplen con los requisitos mínimos establecidos por la Normas Técnica Peruana, para ser usados como unidades de albañilería no estructural.

3.1.1. ENFOQUE

La investigación tiene un enfoque cuantitativo tal como lo dice: Hernández, Fernández, & Baptista (2014), y se caracteriza por:

- El investigador utiliza sus diseños para analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto en particular o para aportar evidencia respecto de los lineamientos de la investigación.
- Debe ser lo más objetiva posible, evitando que afecten las tendencias del investigador u otras personas.
- Se pretende generalizar los datos numéricos a través de los resultados que se obtuvieron por medio de las pruebas estandarizadas.
- El enfoque cuantitativo utiliza la lógica o razonamiento deductivo. (pág. 19).

3.1.2. ALCANCE O NIVELES

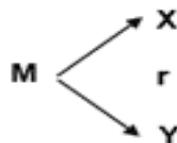
La investigación tiene un alcance correlacional, según Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, (2014) ya que tienen por finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular. Además tiene un valor explicativo al saber que dos conceptos o variables se relacionan aporta cierta información explicativa.

E, dado que los estudios proporcionan información a los alcances explicativos prediciendo el valor aproximado que tendrá un grupo de individuos, a partir del valor que posean la o las variables vinculadas.

3.1.3. DISEÑO

El diseño empleado en el estudio corresponde a los experimentales que es la manipulación intencionalmente de una o más variables independientes sobre una o más variables dependientes en un sistema controlado. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

La presente investigación presenta un diseño experimental, porque posee un contexto de laboratorio que busca exponer un objeto de estudio a la influencia de ciertas variables para observar los resultados. La investigación presenta un esquema con un diseño experimental, cuyo esquema se puede observar detalladamente a continuación:



Donde:

M: Muestra

X: Trituración del Poliestireno Expandido

Y: Bloques de concreto para muros no estructurales

r: Correlación que presenta la variable dependiente e independiente

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

En una investigación “la población está constituida por una totalidad de unidades, y todos aquellos elementos, tales como personas, animales, objetos, sucesos, fenómenos, y otros que pueden conformar el ámbito de una investigación.” (Niño Rojas, 2011, p.55).

Para esta presente investigación la población se determinó de acuerdo con lo establecido por la Norma Técnica peruana referida al muestreo de las unidades de albañilería, que será efectuado a un grupo de bloques extraídos al azar del mismo lote. Para lotes de hasta 50 millares se realiza la secuencia A de ensayos, de acuerdo a la establecida.

Tabla 3. Cantidad de especímenes según la Norma Técnica Peruana

<i>Pruebas</i>	<i>Cantidad de muestras Secuencia A</i>
<i>Variación dimensional</i>	10
<i>Resistencia a la compresión en total</i>	60
<i>Absorción, densidad y contenido de humedad</i>	5

La Norma E.070 indica la resistencia característica a compresión mínima sobre el área bruta de las unidades de albañilería, las cuales serán obtenidas restando una desviación estándar a la resistencia promedio.

Fuente: (Elaboración Propia)

Asimismo, se mostrará menudamente la población de la presente investigación integrada por 75 bloques de concreto para muros no estructurales elaborados a partir de la trituración del poliestireno expandido reciclado en la ciudad de Huánuco, de acuerdo a la tabla establecida.

Tabla 4. Número de especímenes que conforma la población

CLASE DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA CERTIFICAR UN ALTO NIVEL DE SEGURIDAD Y CALIDAD DEL MATERIAL.						
Pruebas	Fecha de Prueba	N° mínimo ITINTEC	N° mínimo NTP	N° de Probetas	% Parámetro	Calidad de Resistencia
Resistencia a la compresión (kg/cm²)	7 días	5	3	15	Aceptable a lo requerido	Elevada Intermedia Normal
Resistencia a la compresión (kg/cm²)	14 días	5	3	15	Aceptable a lo requerido	Elevada Intermedia Normal
Resistencia a la compresión (kg/cm²)	21 días	5	3	15	Aceptable a lo requerido	Elevada Intermedia Normal
Resistencia a la compresión (kg/cm²)	28 días	5	3	15	Aceptable a lo requerido	Elevada Intermedia Normal
Variación dimensional (Máxima en porcentaje)	24 días	10	3	10	Aceptable a lo requerido	Elevada Intermedia Normal
Absorción, densidad y contenido de humedad	15 días	5	3	5	Aceptable a lo requerido	Elevada Intermedia Normal

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. MUESTRA

En una investigación “la muestra es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población.” (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 2014, p.175).

Se analizó todos los especímenes como muestra, es decir, la muestra fue igual que la población, clasificándose como un muestreo probabilístico y con el número de especímenes que se conforma

Tabla 5. Número de especímenes que conforma la muestra

Pruebas	Fecha de Prueba	N° de probetas	Resistencia %	Calidad de Resistencia
Resistencia a la compresión	7 días	15	<i>Aceptable a los estándares de la NTP</i>	Elevada Intermedia Normal
Resistencia a la compresión	14 días	15	<i>Aceptable a los estándares de la NTP</i>	Elevada Intermedia Normal
Resistencia a la compresión	21 días	15	<i>Aceptable a los estándares de la NTP</i>	Elevada Intermedia Normal
Resistencia a la compresión	28 días	15	<i>Aceptable a los estándares de la NTP</i>	Elevada Intermedia Normal
Variación dimensional	24 días	10	<i>Aceptable a los estándares de la NTP</i>	Elevada Intermedia Normal
Absorción, densidad y contenido de humedad	15 días	5	<i>Aceptable a los estándares de la NTP</i>	Elevada Intermedia Normal

Fuente: Elaboración propia

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos se aplica directamente en toda investigación para llegar a cabo la recolección de datos el cual es un paso fundamental para obtener buenos resultados.

3.3.1. TÉCNICAS

Las técnicas son los procedimientos específicos que, en el desarrollo del método científico, se han de aplicar en la investigación para recoger la información o los datos requeridos” (Niño Rojas, 2011, p.61).

Para este estudio recurriremos a las pruebas estandarizadas como técnica de recolección de datos y toda la información necesaria que permitieron la elaboración del proyecto.

El análisis de contenido será aplicado en el laboratorio siguiendo los respectivos procedimientos que establecen las Normas Técnicas Peruanas, sistematizando e interpretando la información obtenida en las diferentes fuentes bibliográficas.

3.3.2. INSTRUMENTOS

Un instrumento de recolección de datos es, en principio, cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. (Niño Rojas, 2011, p.61).

Los instrumentos y recolección de datos empleados para la presente investigación serán aplicados por lo siguiente: estudios de Campo, laboratorio de mecánica de suelos, y fichas de registro.

3.4. EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1. PROCESO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO

Se ha comprobado que el poliestireno expandido (EPS) es el más utilizado tanto en el sector construcción, como en recipientes de embalaje, bebidas y comidas para facilitarnos de diferentes tipos de actividades. Es por ello que, el reciclaje de este material plástico es una práctica viable una vez de haber cumplido su función para evitar contaminación en nuestro ambiente y de esta manera sacar provecho a este trabajo de investigación.

Para reciclar el material he procedido a sacar residuos de poliestireno expandido adentro de la infraestructura del complejo judicial, en donde recolecte alrededor de un millar. Asimismo, recolecte dicho material en lugares estratégicos, como calles, alamedas, parques, y ríos, acumulando una cantidad importante para utilizarlos y beneficiar a la población.

Luego he procedido a separar los diferentes tipos de poliestireno expandido en costales para limpiarlos y desinfectarlos de impurezas a fin de reincorporarlos al ciclo productivo como materia prima



Figura 15. Planchas de poliestireno expandido reciclado de la infraestructura



Figura 16. Colección de los diferentes tipos de Poliestireno expandido reciclado

3.4.2. PROCESO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO TRITURADO MANUALMENTE

Una vez recolectado el poliestireno expandido se procedió a triturar el material en trozos de 1" y 1/2" (pulg), obteniéndose tamaños desiguales para elaborar las tres diferentes medidas de unidades de albañilería, luego se almacenaron en bolsas o costales para que el viento no las levante y se pierda por su baja densidad. Los residuos del EPS se utilizaron como parte de agregados procesados, la cual fueron transportados por separado en una furgoneta junto al cemento, agregados finos y gruesos hacia una ladrillera que fabrican bloques de concreto ubicada en el Distrito de Amarilis a ½ km de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán para realizar el diseño de mezcla, de modo que se logre con los objetivos trazados en la presente investigación.

Cabe mencionar que los agregados finos y gruesos ya no fueron sometidos a pruebas de laboratorio porque se obtuvieron a medida de grosor o tamaño que indica la Norma Técnica Peruana. Asimismo, todo el material de poliestireno expandido fue guardado en un ambiente seco y libre de la humedad.



Figura 17. Proceso de tritución del material

3.4.3. PROCESO DE DISEÑO DE MEZCLAS A LOS BLOQUES DE CONCRETO A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO

La idea principal de las unidades de estudio de esta investigación es el bloque de concreto con agregado de EPS en un porcentaje de 20, 40, 60, y 80% obteniéndose resultados positivos de acuerdo a la dosificación, mezcla, moldeo, compactación y curado realizada in situ. La calidad de los agregados es importante para obtener un diseño de mezcla adecuado, así como la relación de agua cemento para recubrir el EPS con la pasta hasta conseguir una masa uniforme y consistente a fin de proporcionar características de durabilidad e impermeabilidad.

Para la selección de estos bloques de concreto se utilizó el ensayo de Cono de Abrams que sirve para verificar su asentamiento y medir su fluidez del concreto fresco, lo cual se dieron con los porcentajes mencionados anteriormente.

Se consideró utilizar el EPS triturado en un porcentaje de 60%, debido a la poca cantidad de agua y cemento en la mezcla de concreto, y realizando el procedimiento de 25 golpes distribuidos en todo su perímetro, con un llenado y compactado a los dos tercios y capacidad total de volumen que posee el cono, donde se alcanzaron resistencias más óptimas con valores del slump de 1”.



Figura 18. Proceso de mezcla del material seleccionado utilizando el ensayo de Cono de Abrams.

El tratamiento para la elaboración de las unidades de albañilería, se da mediante el uso de una mesa vibradora para que las partículas puedan acomodarse dentro de los moldes metálicos. El tiempo de vibrado fue aproximadamente de 15 segundos por unidad de albañilería, permitiendo una correcta distribución de la mezcla en todas las partes del molde. De la misma forma, el desmoldeo se hizo cuidadosamente tirando arena fina sobre la superficie del suelo para que no se aglutine y pierda su forma e inicia el secado del bloque. Las medidas que se realizaron para la elaboración de estos bloques de concreto fueron de 15x25x10 cm y 12x25x10 cm.



Figura 19. Uso de la mesa vibradora y los moldes metalicos

Las unidades de albañilería se colocaron tendidos en el suelo con una separación de dos centímetros para que se pueda humedecer por todo el contorno y permitir la circulación del aire. Este procedimiento de curado se efectuó 24 horas después de haber realizado los bloques de concreto durante siete días y tres veces al día, lo cual permitió alcanzar una resistencia importante según lo que especifica la Norma Técnica Peruana, y trasladar los bloques de concreto a una piscina ubicada en el laboratorio de suelos del Ing. Marcos Caszely Salas Huarac.



Figura 20. Proceso de curado de los bloques de concreto

3.4.4. PROCESO DE PRUEBAS A LOS BLOQUES DE CONCRETO

3.4.4.1. Variación Dimensional

En esta etapa del ensayo, se seleccionaron diez unidades de bloques de concreto y se midieron el largo, alto y ancho con una regla de acero graduada en dimensiones de 1,0 mm, y los lados laterales se midieron con un calibre vernier para obtener los datos más precisos debido a la forma que se obtuvieron durante el desmolde del material, lo cual se indica en la NTP 399.604.



Figura 21. Ensayo variación dimensional de las 10 unidades de albañilería.

3.4.4.2. Resistencia a la Compresión

En esta etapa del ensayo, se seleccionaron sesenta unidades de albañilería en cuatro muestras juntas de 15 unidades con fechas de 7, 14, 21 y 28 días de haber estado en el proceso de curado para verificar su contenido de humedad e hidratación, así como el incremento constante del esfuerzo máximo y firmeza que adapta el concreto bajo una presión que se ejerce sobre ello.



Figura 22. Bloques de concreto según la fecha indicada.



Figura 23. Ensayo Resistencia a la compresión de las 60 unidades de albañilería.

3.4.4.3. Absorción

En esta etapa del ensayo, se seleccionaron cinco unidades de albañilería para sumergirlos en agua a una temperatura ambiente durante 24 horas, luego de ello se secaron y pesaron en una balanza para registrar su peso sumergido, una vez transcurrida 24 horas se procedió a secar superficialmente la muestra y pesarlo, posteriormente se secaron en horno a una temperatura de 110° C por otras 24 horas, obteniendo resultados satisfactorios.

3.4.4.4. Densidad o Peso Unitario

En esta etapa del ensayo, se utilizaron las mismas cinco unidades de albañilería en el horno por 24 horas para calcular la densidad de acuerdo a lo indicado en la NTP 399.604, lo cual estuvieron suspendidos y sumergidos en una tina llena de agua, luego se anotaron los pesos arrojados de la balanza para procesar los datos.

3.4.4.5. Contenido de Humedad

En esta etapa del ensayo, se seleccionaron cinco unidades de albañilería y se pesaron en su estado natural para obtener un peso inicial, lo cual se colocaron al horno a una temperatura de 110° C por 24

horas para obtener un peso seco constante, luego los especímenes fueron marcados pesados y registrados según indica la NTP 399.604.



Figura 24. Proceso de los ensayos de absorción, densidad y contenido de humedad.

3.4.5. BENEFICIO ECONÓMICO DE LOS BLOQUES DE CONCRETO A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

En esta evaluación económica se elaboraron bloques de concreto con poliestireno expandido reciclado para 500 unidades, por lo que implicó reciclar y reutilizar este material de las calles, parques y ríos seleccionándolos para luego proceder a la limpieza y desinfección en un lugar adecuado para evitar algún tipo de contaminación. Asimismo, verificamos costos de producción y costo final del producto para el sector construcción en función a un beneficio para la población con este

tipo de proyectos, calculando la producción de piezas del EPS reciclado y los siguientes insumos (arena fina, agregado grueso, y cemento).

Al mantener constante la cantidad de cemento y variar la cantidad de arena para agregar el EPS, hizo que la mezcla no pierda su resistencia y que pueda reducirse los costos de producción obteniendo resultados satisfactorios a las necesidades de la población. Asimismo, se realizó un análisis de precios unitarios para un metro cuadrado de muro con bloque de concreto tradicional y bloque de concreto con EPS reciclado.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. DISEÑO DE MEZCLA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO

4.1.1.1 Control de calidad

- Aplicamos el poliestireno expandido (EPS) en un porcentaje de 20, 40, 60 y 80% para las unidades de albañilería (ladrillo de concreto).
- El tamaño de partículas del EPS son de diferente textura debido a que se procesaron manualmente, por lo que obtuvimos unidades de albañilería de diferente tipo y resultados satisfactorios.
- Adquirimos agregados gruesos y finos que se utilizaron para la elaboración de las unidades de albañilería de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 400.012.
- Determinamos la relación agua/cemento para la dosificación del diseño de mezcla de los insumos obtenidos en la elaboración del bloque de concreto.

Tabla 6. Dosificación en la mezcla concreto con Poliestireno (EPS) expandido reciclado

TIPO Y MEDIDAS	MATERIALES	CANTIDAD
Bloques de Concreto 15x25x10 12x25x10 15x30x10	Agregado Grueso Agregado Fino EPS reciclado	80% 100% 20%
Bloques de Concreto 15x25x10 12x25x10 15x30x10	Agregado Grueso Agregado Fino EPS reciclado	60% 100% 40%
Bloques de Concreto 15x25x10 12x25x10 15x30x10	Agregado Grueso Agregado Fino EPS reciclado	40% 100% 60%
Bloques de Concreto 15x25x10 12x25x10 15x30x10	Agregado Grueso Agregado Fino EPS reciclado	20% 100% 80%

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2. Características físicas de los agregados

Los agregados utilizados brindaron beneficios en el desarrollo de ciertas características al concreto en la elaboración de las unidades de albañilería y actúe como una combinación relativamente sólida. Lo cual se establecieron especificaciones y los datos de cada uno de los materiales integrantes. De esta manera, el dueño del lugar donde realice la elaboración de los bloques de concreto tiene agregados y los obtiene de la cantera de SANTA MARIA DEL VALLE “LA DESPENSA”, lo cual fueron lavados para realizar sus estudios respectivos en el laboratorio del Ing. Marcos Caszely Salas Huarac, siendo estos agregado grueso de ½” y arena fina. Los resultados se obtuvieron según los estándares de la Norma técnica Peruana NTP 400.037.

4.1.1.3. Tipo y Marca del cemento

Para la elaboración de los bloques de concreto se ha utilizado el cemento andino portland tipo I de 42.5 kg por ser el más prestigioso y antiguo que existe en nuestro tiempos, que se puede trabajar con cualquier tipo de material como aglomerante para la preparación de mortero y es de secado rápido. La calidad tipo y marca del cemento debe estar de acuerdo a la actividad que se va a realizar, y cumplir con los requisitos de la Norma Técnica Peruana (NTP) 334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

4.1.1.4. Medición de Asentamiento de Concreto

Para realizar la consistencia y asentamiento de la mezcla se utilizó el Cono de Abrams y un acero de 5/8” (16 mm) de diámetro por 60 cm de longitud, presionando firmemente el molde sobre la base del suelo. Se prepararon cuatro muestras con los materiales mencionados para la mezcla de los bloques de concreto en proporciones del 20%, 40%, 60% y 80% de EPS triturado, donde obtuvimos resultados satisfactorios en la mezcla de 60% de EPS por conseguir una estructura más consistente. Para definir esta consistencia se tuvo en cuenta aumentar la cantidad de mortero y no añadir simplemente agua y cemento, clasificándose como concretos secos con asentamiento de 1” (25 mm)

a 2" (50 mm) por arrojar un slump de 1 ½". Este slump y cantidad de agua de prueba fue el más sólido para poder elaborar estas unidades de albañilería.



Figura 25. Medición del asentamiento del concreto 1½", con consistencia seca.

4.1.1.5. Curado de los bloques de concreto

Este procedimiento se aplicaron las unidades de albañilería de 15x25x10, 12x25x10 y 15x30x10 usando concretos con un asentamiento 1 ½". Asimismo, se rosearon las muestras con agua 3 veces por día durante 7 días, y se procedió a cubrir con un plástico para que mantenga su dureza. Luego se colocaron en una poza con agua por 7, 14, 21 y 28 días para realizar los ensayos pertinentes según indica la Norma Técnica Peruana (NTP 399.604).

4.1.2. PRUEBAS DE LOS BLOQUES DE CONCRETO SEGÚN LA NTP 399.604

4.1.2.1. Variación Dimensional

En la tabla 7 se presentan los resultados de la prueba de variación dimensional de 10 unidades de albañilería, lo cual se seleccionaron bloques de 15x25x10 para mayor seguridad y precisión.

Tabla 7. Variación Dimensional de las Unidades de Albañilería

MUESTRAS	LARGO (cm)				LP (cm)	DE	VD (%)	ANCHO (cm)				AnP (cm)	DE	VD (%)	ALTO (cm)				AIP (cm)	DE	VD (%)
	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04				N° 01	N° 02	N° 03	N° 04				N° 01	N° 02	N° 03	N° 04			
M-1	24.90	25.00	25.00	25.10	25.00	0.08	0.33%	15.10	15.00	15.00	15.10	15.05	0.06	0.05%	10.00	10.02	10.02	10.00	10.01	0.01	0.02%
M-2	25.10	25.05	25.05	25.10	25.08	0.03	-0.18%	15.00	15.00	15.05	15.05	15.03	0.03	0.03%	9.95	9.95	9.90	9.92	9.93	0.02	0.94%
M-3	24.95	24.80	24.80	24.90	24.86	0.07	0.85%	14.90	14.95	14.95	14.90	14.93	0.03	0.69%	9.95	9.98	9.98	9.90	9.95	0.04	0.85%
M-4	25.00	25.00	24.95	24.95	24.98	0.03	0.22%	14.98	15.00	15.00	15.00	15.00	0.01	0.10%	10.08	10.08	10.05	10.05	10.07	0.02	-0.48%
M-5	25.05	25.00	25.00	25.05	25.03	0.03	0.02%	14.95	14.98	14.98	14.90	14.95	0.04	0.57%	10.02	10.00	10.00	10.02	10.01	0.01	0.02%
M-6	25.05	25.05	25.10	25.10	25.08	0.03	-0.18%	15.02	15.02	15.05	15.05	15.04	0.02	-0.12%	9.98	9.95	9.95	9.98	9.97	0.02	0.52%
M-7	24.90	24.95	24.95	24.90	24.93	0.03	0.42%	14.92	14.90	14.90	14.95	14.92	0.02	0.71%	10.00	10.02	10.02	10.00	10.01	0.01	0.02%
M-8	24.90	25.00	25.00	25.10	25.00	0.08	0.33%	15.10	15.00	15.00	15.10	15.05	0.06	0.05%	10.05	10.00	10.00	10.05	10.03	0.03	0.04%
M-9	25.05	25.05	25.10	25.10	25.08	0.03	-0.18%	14.98	15.00	15.00	15.00	15.00	0.01	0.10%	9.95	9.98	9.98	9.90	9.95	0.04	0.85%
M-10	24.95	24.90	24.90	24.90	24.91	0.03	0.45%	15.08	15.00	15.00	15.05	15.03	0.04	0.05%	9.98	9.95	9.95	9.98	9.97	0.02	0.52%

Donde: LP: Largo Promedio, AnP: Ancho Promedio, AIP: Alto Promedio, DE: Desviación Estandar y VD: Variación Dimencional

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2. Resistencia a la Compresión

En las tablas 8, 9, 10 y 11 se obtuvieron los resultados del análisis de la prueba de resistencia a la compresión de los bloques de concreto.

Tabla 8. Resistencia a la compresión a los 7 días

MUESTRAS	REFRENTADO (mm)		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	MÁXIMA CARGA DE PRUEBA (KN)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
	SUPERIOR	INFERIOR					kg/cm ²	Mpa
M-1	1.00	1.00	24.96	15.10	102.11	376.90	27.63	2.71
M-2	1.00	1.00	24.90	14.95	112.77	372.26	30.89	3.03
M-3	1.00	1.00	24.93	14.95	137.05	372.70	37.50	3.68
M-4	1.00	1.00	25.00	15.02	102.07	375.50	27.72	2.72
M-5	1.00	1.00	24.90	14.96	141.49	372.50	38.73	3.80
M-6	1.00	1.00	24.95	15.00	109.38	374.25	29.80	2.92
M-7	1.00	1.00	25.02	15.00	122.73	375.30	33.35	3.27
M-8	1.00	1.00	25.05	15.00	146.72	375.75	39.82	3.90
M-9	1.00	1.00	24.95	15.05	91.44	375.50	24.83	2.44
M-10	1.00	1.00	25.08	15.00	73.67	376.20	19.97	1.96
M-11	1.00	1.00	25.05	15.05	100.73	377.00	27.25	2.67
M-12	1.00	1.00	24.92	15.05	110.25	375.05	29.98	2.94
M-13	1.00	1.00	24.90	15.00	80.43	373.50	21.96	2.15
M-14	1.00	1.00	25.05	15.00	95.02	375.75	25.79	2.53
M-15	1.00	1.00	25.05	14.95	92.32	374.50	25.14	2.47
PROMEDIO							29.36	2.88
DESVIACIÓN ESTANDAR							5.89	0.58
PROMEDIO FINAL							23.46	2.30

Fuente: Elaboración propia

Según la prueba realizada, se logró alcanzar una resistencia a la compresión $f'_{b} = 23.46 \text{ kg/cm}^2$ ($f'_{b} = 2.30 \text{ Mpa}$), cumpliendo con lo estipulado en la Norma E. 070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 9. Resistencia a la compresión a los 14 días

MUESTRAS	REFRENTADO (mm)		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	MÁXIMA CARGA DE PRUEBA (KN)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
	SUPERIOR	INFERIOR					kg/cm ²	Mpa
M-1	1.00	1.00	25.00	15.00	112.12	375.00	30.49	2.99
M-2	1.00	1.00	24.90	14.95	113.07	372.26	30.97	3.04
M-3	1.00	1.00	24.93	14.95	111.70	372.70	30.56	3.00
M-4	1.00	1.00	25.00	15.02	89.95	375.50	24.43	2.40
M-5	1.00	1.00	24.90	14.96	93.86	372.50	25.69	2.52
M-6	1.00	1.00	24.95	15.00	124.91	374.25	34.03	3.34
M-7	1.00	1.00	24.90	15.00	136.02	373.50	37.14	3.64
M-8	1.00	1.00	25.05	15.00	167.39	375.75	45.43	4.45
M-9	1.00	1.00	24.95	15.05	119.32	375.50	32.40	3.18
M-10	1.00	1.00	25.08	15.00	126.15	376.20	34.19	3.35
M-11	1.00	1.00	25.05	15.05	108.15	377.00	29.25	2.87
M-12	1.00	1.00	24.92	14.90	110.25	371.31	30.28	2.97
M-13	1.00	1.00	24.90	15.00	127.26	373.50	34.74	3.41
M-14	1.00	1.00	25.05	15.00	95.02	375.75	25.79	2.53
M-15	1.00	1.00	25.05	14.95	92.32	374.50	25.14	2.47
PROMEDIO							31.37	3.08
DESVIACIÓN ESTARDAR							5.45	0.53
PROMEDIO FINAL							25.92	2.54

Fuente: Elaboración propia

Según la prueba realizada, se logró alcanzar una resistencia a la compresión $f'_{b} = 25.92 \text{ kg/cm}^2$ ($f'_{b} = 2.54 \text{ Mpa}$), cumpliendo con lo estipulado en la Norma E. 070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 10. Resistencia a la compresión a los 21 días

MUESTRAS	REFRENTADO (mm)		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	MÁXIMA CARGA DE PRUEBA (KN)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
	SUPERIOR	INFERIOR					kg/cm ²	Mpa
M-1	1.00	1.00	24.95	15.10	106.63	376.75	28.86	2.83
M-2	1.00	1.00	25.05	15.00	106.26	375.75	28.84	2.83
M-3	1.00	1.00	24.95	14.90	147.83	371.76	40.55	3.98
M-4	1.00	1.00	25.00	15.00	72.13	375.00	19.61	1.92
M-5	1.00	1.00	25.05	15.00	136.77	375.75	37.12	3.64
M-6	1.00	1.00	25.00	15.00	138.35	375.00	37.62	3.69
M-7	1.00	1.00	25.05	14.90	157.70	373.25	43.08	4.23
M-8	1.00	1.00	24.80	15.00	114.61	372.00	31.42	3.08
M-9	1.00	1.00	24.95	14.90	161.51	371.76	44.30	4.34
M-10	1.00	1.00	25.00	15.00	112.79	375.00	30.67	3.01
M-11	1.00	1.00	24.95	14.90	99.65	371.76	27.33	2.68
M-12	1.00	1.00	25.05	15.00	110.39	375.75	29.96	2.94
M-13	1.00	1.00	25.10	15.10	126.58	379.01	34.06	3.34
M-14	1.00	1.00	24.90	14.90	152.19	371.01	41.83	4.10
M-15	1.00	1.00	25.10	15.00	171.12	376.50	46.35	4.55
PROMEDIO							34.77	3.41
DESVIACIÓN ESTARDAR							7.55	0.74
PROMEDIO FINAL							27.22	2.67

Fuente: Elaboración propia

Según la prueba realizada, se logró alcanzar una resistencia a la compresión $f'_{b} = 27.22 \text{ kg/cm}^2$ ($f'_{b} = 2.67 \text{ Mpa}$), cumpliendo con lo estipulado en la Norma E. 070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 11. Resistencia a la compresión a los 28 días

MUESTRAS	REFRENTADO (mm)		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	MÁXIMA CARGA DE PRUEBA (KN)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
	SUPERIOR	INFERIOR					kg/cm ²	Mpa
M-1	1.00	1.00	24.95	15.10	112.35	376.75	30.41	2.98
M-2	1.00	1.00	25.05	15.00	106.26	375.75	28.84	2.83
M-3	1.00	1.00	24.95	14.90	147.83	371.76	40.55	3.98
M-4	1.00	1.00	25.00	15.00	90.56	375.00	24.63	2.41
M-5	1.00	1.00	25.05	15.00	130.89	375.75	35.52	3.48
M-6	1.00	1.00	25.00	15.00	138.35	375.00	37.62	3.69
M-7	1.00	1.00	25.05	14.90	157.70	373.25	43.08	4.23
M-8	1.00	1.00	24.80	15.00	114.61	372.00	31.42	3.08
M-9	1.00	1.00	24.95	14.90	122.74	371.76	33.67	3.30
M-10	1.00	1.00	25.00	15.00	112.79	375.00	30.67	3.01
M-11	1.00	1.00	24.95	14.90	122.48	371.76	33.60	3.29
M-12	1.00	1.00	25.05	15.00	110.39	375.75	29.96	2.94
M-13	1.00	1.00	25.10	15.10	129.51	379.01	34.84	3.42
M-14	1.00	1.00	24.90	14.90	152.19	371.01	41.83	4.10
M-15	1.00	1.00	25.10	15.00	147.39	376.50	39.92	3.91
PROMEDIO							34.44	3.38
DESVIACIÓN ESTARDAR							5.32	0.52
PROMEDIO FINAL							29.11	2.85

Fuente: Elaboración propia

Según la prueba realizada, se logró alcanzar una resistencia a la compresión $f'b = 29.11 \text{ kg/cm}^2$ ($f'b = 2.85 \text{ Mpa}$), cumpliendo con lo estipulado en la Norma E. 070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones.

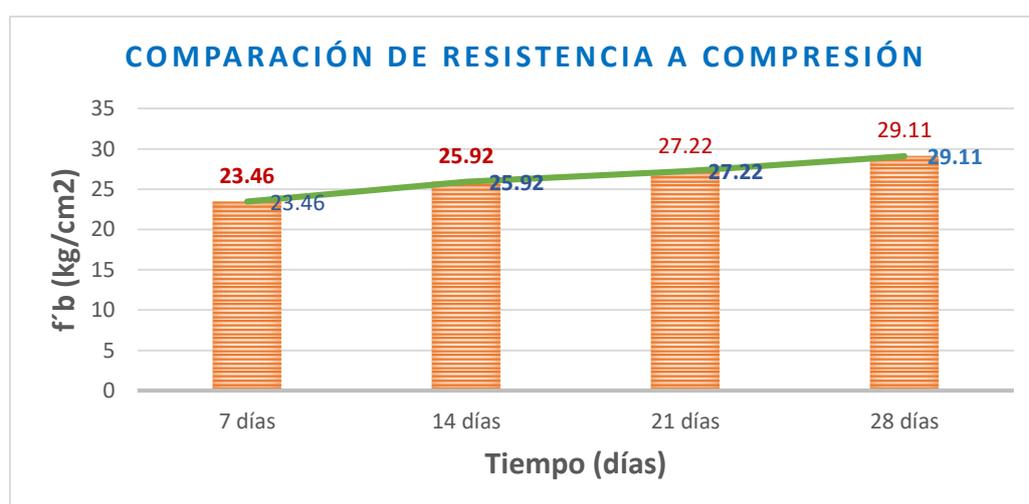


Figura 26. Indicación de una Progresión constante de la resistencia a la compresión

4.1.2.3. Absorción

En la tabla 12 se presentan los resultados de la prueba de Absorción de 5 unidades de albañilería, calculándose mediante la siguiente expresión:

$$\%Abs = \frac{(W_a - W_s) \times 100\%}{W_s}$$

Donde:

W_a = Peso de la unidad saturada luego de 24 horas de inmersión en agua (gr)

W_s = Peso seco de la Unidad (gr)

Tabla 12. Cálculo de % de absorción de las unidades de albañilería

MUESTRAS	PESOSATURADO		PESO SECO	PESOHÚMEDO	ABSORCIÓN (%)	COEFICIENTE DE SATURACIÓN
	5 h	24 h				
M-1	5,615.00	5,608.00	5,995.00	387.00	6.46%	1.02
M-2	5,256.00	5,248.00	5,650.00	402.00	7.12%	1.02
M-3	5,746.00	5,741.00	6,140.00	399.00	6.50%	1.01
M-4	5,686.00	5,680.00	6,080.00	400.00	6.58%	1.02
M-5	5,766.00	5,760.00	6,160.00	400.00	6.49%	1.02

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.4. Densidad

En la tabla 13 se presentan los resultados de la prueba de densidad de 5 unidades de albañilería, calculándose mediante la siguiente expresión:

$$Densidad = \frac{\text{peso seco}}{V}$$

Donde:

P.seco = Peso del espécimen seco (gr)

V = Peso del espécimen saturado sumergido (gr)

Tabla 13. Cálculo de % de absorción de las unidades de albañilería

MUESTRAS	PESO	PESO SECO	VOLUMEN	DENSIDAD (gr/cm ³)
	SUMERGIDO (H ₂ O)			
M-1	3,750.00	6,510.00	2,760.00	2.36
M-2	3,212.00	5,885.00	2,673.00	2.20
M-3	3,110.00	5,810.00	2,700.00	2.15
M-4	3,228.00	6,165.00	2,937.00	2.10
M-5	3,117.00	5,905.00	2,788.00	2.12

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.5. Contenido de Humedad

En la tabla 14 se presentan los resultados de la prueba de contenido de humedad de 5 unidades de albañilería, calculándose mediante la siguiente expresión:

$$\text{Contenido de Humedad}(\%) = \left[\frac{W_r - W_d}{W_d} \right] * 100$$

Donde:

W_r = Peso recibido de la unidad

W_d = Peso Seco al horno de la unidad

Tabla 14. Cálculo de Contenido de Humedad de las unidades de albañilería

MUESTRAS	PESO RECIBIDO	PESO SECO	CONTENIDO DE ABSORCIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD
M-1	6,225.00	5,995.00	230.00	3.84%
M-2	5,960.00	5,650.00	310.00	5.49%
M-3	6,435.00	6,140.00	295.00	4.80%
M-4	6,405.00	6,080.00	325.00	5.35%
M-5	6,295.00	6,160.00	135.00	2.19%

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. ANÁLISIS ECONÓMICO DE PRECIOS UNITARIOS PARA UN METRO CUADRADO DE MURO CON BLOQUE DE CONCRETO TRADICIONAL Y BLOQUE DE CONCRETO A PARTIR DEL EPS RECICLADO EN BENEFICIO DE LA POBLACIÓN

Para determinar los resultados, se ha hecho un ejemplo en análisis de costo por metro cuadrado de muro que detallaron todos los insumos comprendidos desde la elaboración de las 500 unidades de albañilería.

En la tabla 14 y 15 se presenta el cuadro de todos aquellos materiales que fueron de importancia, y la comparación económica en el beneficio de la población.

Tabla 15. Comparación del Costo de insumos para la elaboración de bloques de concreto tradicional y con EPS reciclado

MATERIALES REQUERIDOS Y PRECIOS PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO TRADICIONAL					
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	
CEMENTO	BOL	2.00	S/. 24.00	S/. 48.00	
AGREGADO FINO	M3	0.216	S/. 100.00	S/. 21.60	
AGREGADO GRUESO	M3	0.108	S/. 90.00	S/. 9.72	
				S/. 79.32	
TOTAL BLOQUES DE CONCRETO		PRECIO TOTAL X CANT. UNIDADES		S/. 396.60	
MATERIALES REQUERIDOS Y PRECIOS PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO CON EPS RECICLADO					
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	
CEMENTO	BOL	2.00	S/. 24.00	S/. 48.00	
AGREGADO FINO	M3	0.216	S/. 50.00	S/. 10.80	
AGREGADO GRUESO (40%)	M3	0.0432	S/. 90.00	S/. 3.89	
EPS RECICLADO (60%)	M3	0.1296	S/. 0.00	S/. 0.00	
				S/. 62.69	
TOTAL BLOQUES DE CONCRETO		PRECIO TOTAL X CANT. UNIDADES		S/. 313.44	

Fuente: Elaboración propia

PRECIO POR M2 DE MURO (BLOQUES DE CONCRETO TRADICIONAL)					
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	
CEMENTO	BOL	2.50	S/. 24.00	S/. 60.00	
BLOQUES SIN EPS	UND	38.00	S/. 0.79	S/. 30.02	
MORTERO (PRODUCCIÓN)	M3	0.022	S/. 180.00	S/. 3.96	
				S/. 93.98	
PRECIO POR M2 DE MURO (BLOQUES DE CONCRETO TRADICIONAL CON EPS RECICLADO)					
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	
CEMENTO	BOL	2.50	S/. 24.00	S/. 60.00	
BLOQUES CON EPS	UND	38.00	S/. 0.63	S/. 23.94	
MORTERO (PRODUCCIÓN)	M3	0.022	S/. 180.00	S/. 3.96	
				S/. 87.90	

Tabla 16. Análisis de precios por m2 de muro con bloques de concreto tradicional y con EPS reciclado

Fuente: Elaboración propia

En base a la información dada y al análisis de comparación económica, se ha visto como ejemplo que el metro cuadrado de muro realizado con bloques de concreto a partir de la trituración del EPS reciclado es menos costoso que hacerlo de la forma tradicional, por lo que es efectiva y rentable con respecto al precio de construcción ya que la unidad de estos valores varían de S/. 0.63 a S/. 0.79. El ahorro de agregado grueso como se puede apreciar en la tabla 17 es menor reemplazando el 60% de EPS reciclado, ya conocido el precio por m³ de material se procede a ser el cálculo unitario del producto final, por lo que la población tendría mayor preferencia al realizar construcciones con este material, y que se plantea de igual forma que permita la reutilización de todos estos materiales plásticos procedentes del poliestireno expandido que terminan en la vía pública.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICA

4.2.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL

HIPOTESIS GENERAL

Si evaluamos las características y comportamientos en la elaboración de bloques de concreto a base de la trituración del poliestireno expandido reciclado, es posible determinar que el 60% de EPS reciclado ejerza un óptimo grado de fluidez de la mezcla al añadir solo un 40% de agregado grueso para que se obtenga un bloque de concreto menos denso que otros.

De acuerdo al diseño de mezcla apreciaremos los cambios de fluencia y consistencia que obtiene el concreto utilizando el porcentaje asignado para alcanzar su máximo proceso.

4.2.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Ho: Los valores de las propiedades físico mecánicas en la elaboración de los bloques de concreto para muros no estructurales a partir de la trituración del poliestireno expandido reciclado cumplirán con los requerimientos de la Norma del RNE E.070 al efectuar los ensayos correspondientes.

Con respecto a la hipótesis específica 1 debido a los valores obtenidos al realizar las pruebas de las unidades de albañilería, como variación dimensional, resistencia a la compresión, absorción, densidad y contenido de humedad, es posible afirmar que estos tipos de bloques de concreto para muros no estructurales si cumplen con los requerimientos de las respectivas normas citadas en la Norma del RNE E.070 de albañilería, confirmándose que la hipótesis específica 1 **es verdadera**.

Ha: Existen beneficios económicos significativos en la elaboración de bloques de concreto a partir de la trituración del poliestireno expandido reciclado como material compuesto en el sector construcción.

Con respecto a la prueba de hipótesis 2 es posible determinar que el costo de los bloques de concreto con EPS reciclado es más económico que el tradicional, lo que indica un gran progreso para el sector construcción debido al ahorro que se obtendría, por lo que la elaboración de bloques de concreto a base de la trituración del poliestireno expandido reciclado son una alternativa con mayor eficacia para la población, cumpliéndose de esta manera un beneficio de oferta y demanda al ser un elemento fundamental para la construcción, demostrándose así que la Hipótesis específica 2 **es verdadera**.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Con respecto a los resultados encontrados en esta investigación existe una alternativa para evitar contaminaciones que generan los restos plásticos procedentes del poliestireno expandido, por lo que se plantea la reutilización de este producto para la elaboración de bloques de concreto menos pesados que otros, y así buscar una opción en el campo de la construcción. Se tuvo como propósito primordial verificar en qué cantidad la incorporación de EPS reciclados y triturados de desperdicios igualan o mejoran la consistencia de un diseño de mezcla, ya que de ello depende tener una buena característica y comportamiento equivalente a los bloques de concreto tradicionales.

Asimismo, debido a las pruebas de laboratorio se determinó que los bloques de concreto elaborados a partir de la trituración de poliestireno expandido reciclado en una proporción de 60% en combinación del agregado grueso en un 40% tiene relativamente una resistencia más óptima y segura para la humanidad. Por consiguiente, se pudo verificar que dentro de sus propiedades físico mecánicas existe una disminución de densidad lo cual ayuda a tener unidades de albañilerías livianos, dándole así una mejor elección para su transporte y distribución.

Por otro lado, se verificó que al haber realizado la trituración del EPS manualmente no existe una homogeneidad de las unidades de albañilería, por lo que se amontonaron todo tipo de residuos de tecnopor (EPS), tales como industriales o embalajes, platos, vasos, decoración, y fundamentalmente de construcción, dado que por la textura y resultados obtenidos se caracterizan por tener una consistencia baja con relación a las unidades tradicionales, pero solamente utilizados para muros no estructurales.

Por lo demás, se comprobó que la adición de porcentaje de EPS reciclado ha mejorado los costos fijos del agregado grueso en la elaboración de los bloques

de concreto, arrojando reducciones considerables al momento de ser utilizados en cerramientos, tabiquerías, o muros de viviendas y otros tipos de edificaciones a un menor presupuesto de inversión que lo tradicional. Cabe recalcar que el precio de m² de muro con bloque de concreto tradicional equivale a S/. 93.98 soles y con EPS reciclado es S/. 87.52 soles, teniendo una reducción de S/. 6.46 soles, lo cual indica un beneficio económico para la población.

Se comprobó que la adición de porcentaje de EPS reciclado alcanzó y superó la resistencia esperada satisfactoriamente, y es a partir de ello donde se demostró que algunas de las proporciones propuestas del 20%, 40%, y 80%, no es funcional para la elaboración de bloques de concreto por la consistencia que se obtuvieron durante la mezcla, es entonces que a partir de los análisis y estudios se acepta que con el 60% de EPS reciclado se encontraron los valores de acuerdo a los parámetros establecidos por la Norma del RNE E.070 de albañilería, cumpliéndose de esta manera las hipótesis mencionadas en el proyecto de investigación.

CONCLUSIONES

- ❖ La combinación 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% mostraron comportamientos y características apropiados en el diseño de mezcla para la elaboración de bloques de concreto, debido a que los resultados arrojados que cumplieron con los requerimientos establecidos por las Normas Técnicas Peruanas.
- ❖ La adición de poliestireno expandido reciclado aligera el peso de los bloques de concreto, siendo más apropiados para construir muros, tabiques, y cercos perimétricos ya que no resisten mucha carga y son elementos esenciales dentro de una estructura.
- ❖ Al realizar la trituración del poliestireno expandido reciclado manualmente, estos tipos de bloques de concreto presentan superficies más rugosas que los tradicionales, lo cual influye en su forma y textura pero sin afectar sus propiedades físico mecánicas.
- ❖ Según los valores obtenidos para las pruebas de la unidad de los bloques de concreto procedentes de la trituración del poliestireno expandido reciclado presentaron un porcentaje de variación dimensional aceptable y que se encuentran por debajo de los valores máximos establecidos por la Norma del RNE E.070 de Albañilería.
- ❖ Al realizar la prueba de resistencia a la compresión de la unidad de los bloques de concreto procedentes de la trituración del poliestireno expandido reciclado, se ha visto que los datos obtenidos mantienen un promedio constante hasta alcanzar un ($f'b$) de 2.85 MPa o 29.11 kg/cm² a los 28 días de edad, lo cual se encuentra dentro de los parámetros establecidos para bloques tipo NP por la Norma del RNE E.070 de Albañilería.
- ❖ El porcentaje de absorción promedio de la unidad de los bloques de concreto procedentes de la trituración del poliestireno expandido reciclado tuvo como resultado 6.63%, encontrándose por debajo del porcentaje máximo establecido por la Norma del RNE E.070 de

Albañilería, e indicándose que la absorción del bloque tipo NP, no será mayor que 15%.

- ❖ La densidad promedio que presentaron los bloques de concreto procedentes de la trituración del poliestireno expandido reciclado fueron satisfactorios, debido a que el resultado fue de 2186.00 kg/m³ o 2.17 gr/cm³, encontrándose dentro de los parámetros establecido por la Norma del RNE E.070 de Albañilería, cuyo valor es de 1600.00kg/m³ o 1.60 gr/cm³.
- ❖ El contenido de humedad promedio que presentaron los bloques de concreto procedentes de la trituración del poliestireno expandido reciclado fueron satisfactorios, debido a que el porcentaje arrojado fue de 4.33%, encontrándose dentro de los parámetros establecido por la Norma Técnica Peruana NTP 399.604.
- ❖ Se pudo comprobar que las unidades de los bloques de concreto procedentes de la trituración del poliestireno expandido reciclado al momento de realizar la prueba de compresión generan un aumento en la resistencia del concreto y no se rompen totalmente como los bloques de concreto tradicionales, convirtiéndose en un material dúctil e invulnerable en situaciones sísmicas, ya que simplemente presentan grietas leves en su estructura.
- ❖ En cuanto al aspecto económico, se pudo determinar que al juntar poliestireno expandido reciclado (60%) con agregado grueso (40%) en porcentajes indicados existe un ahorro en beneficio de la población, debido que estos residuos de EPS tienen cero costos, ya que provienen de desechos encontrados en las calles y en el sector construcción, siendo más conveniente que los ladrillos tradicionales.
- ❖ De acuerdo al análisis realizado por m² de muro construido, se pudo comprobar que se tienen buenos flujos de efectivo que le permiten liquidez al proyecto, obteniéndose un total de S/. 93.98 utilizando bloques de concreto tradicionales y S/. 87.90 utilizando bloques de concreto con EPS reciclado, generándose una diferencia de S/. 6.08 a favor del inversionista que desea hacer algún tipo de construcción.

RECOMENDACIONES

- ❖ Los desechos derivados del poliestireno expandido (EPS) son producto de la eliminación de centros comerciales, mercados, o por parte del sector construcción, que deberán ser seleccionados y clasificados cuidadosamente evitando contacto directo con otros tipos de residuos para para que puedan ser reutilizados y así evitar contaminación al medio ambiente.
- ❖ Se recomienda triturar el poliestireno expandido reciclado con maquina moledora y no manualmente para que queden en proporciones iguales, y de esta manera las unidades de albañilería sean de medidas más exactas para que mantengan una textura menos rugosa, y pueda utilizarse los bloques de concreto para muros portantes, siempre y cuando se efectúen los ensayos pertinentes.
- ❖ Se recomienda agregar la proporción indicada de 40% de agregado grueso y 60% de Poliestireno expandido triturado para una buena dosificación y diseño de mezcla, el cual debe alcanzar una resistencia promedio de 29.11 kg/cm² a los 28 días de edad.
- ❖ Se recomienda analizar los beneficios de costo que generan los bloques de concreto a partir de la trituración del poliestireno expandido reciclado ya que existe una diferencia con respecto a los bloques de concreto tradicionales.
- ❖ Se recomienda para la construcción de cercos perimétricos de escuelas, hospitales, centros comerciales, debido a que se obtienen resultados óptimos.
- ❖ Se le recomienda al Gobierno regional de Huánuco y municipios, realizar la elaboración de bloques de concreto a partir de la trituración del poliestireno expandido para evitar contaminación al medio ambiente y de esa manera utilizarlos de manera conveniente en lugares rurales y otros por ser más económico, y porque ayudaría a mantener una temperatura cálida para la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abanto Castillo, F. (1995). *Tecnología del Concreto*. Lima: San Marcos

Caballero Meza, B., & Florez Lengua, O. (2017). Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico polietilen-tereftalato (pet) como alternativa sostenible para la construcción. (*Tesis*). Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia.

Echevarría Garro, E. R. (2017). Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado. (*Tesis*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Edificaciones, R. N. (2015). *Norma E.070 Albañilería*. Lima, Perú: Megabyte.

Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *Albañilería Estructural* (Tercera ed.). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica.

Hernández Sampieri , R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). México D.F.; México: McGRAW-HILL.

Niño Rojas, V. M. (2011). *Metodología de la Investigación* (Primera ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

Monroy Rodríguez, A. (1999). Integración de aserrín en la fabricación de bloques de concreto. (*Tesis*). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey, México.

NTP 339.035. (2009). *HORMIGÓN. Método de ensayo para la medición de del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams*. Lima, Perú: INDECOPI.

NTP 339.185. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima, Perú: INDECOPI.

NTP 399.604. (2002). *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto*. Lima, Perú: INDECOPI.

NTP 400.011. (2008). *AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y concreto*. Lima, Perú: INDECOPI.

NTP 400.012. (2013). *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Lima, Perú: INDECOPINTP 400.017. (2011). *AGREGADOS. Método de ensayo para determinar en peso unitario del agregado*. Lima, Perú: INDECOPI.

NTP 400.021. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso*. Lima, Perú: INDECOPI.

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

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2017). *Norma E.070 Albañilería*. Lima: Megabyte.

ANEXOS

ANEXO I

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR
DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE
HUÁNUCO”.**

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 015-2020-DI-FI-UHU

Huánuco, 25 de noviembre de 2020

Visto, el Oficio N° 264-2020-C-PAIC-FI-UHU, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, envía el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) titulada: "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO REICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO" presentada por el (la) Bach. Francisco Javier, VILLEGAS VILLANUEVA.

CONSIDERANDO:

Que, según mediante Resolución N° 006-2001-R-AD-UHU, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1303-2019-D-FI-UHU, de fecha 26 de noviembre de 2019, perteneciente al Bach. Francisco Javier, VILLEGAS VILLANUEVA se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. César Martín Valderrama Echevarría, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 264-2020-C-PAIC-FI-UHU, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) titulada: "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO REICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO" presentada por el (la) Bach. Francisco Javier, VILLEGAS VILLANUEVA, integrado por los siguientes docentes: Ing. German Gastón Martínez Morales (Presidente), Mg. Irma Elva Gamon Valles (Secretaria) y Mg. Johnny Prudencio Lacha Rojas (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

En vista a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución titulada: "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO REICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO" presentada por el (la) Bach. Francisco Javier, VILLEGAS VILLANUEVA para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería
Mg. Johnny Prudencio Lacha Rojas
Secretario de Facultad



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
DECANO
Mg. Gerardo Lozano Ruiz
Decano de la Facultad de Ingeniería

Distribución:

Por el Decano: 0105 - Asesor - Mg. Gerardo Lozano Ruiz - Decano
0105/2020

ANEXO II

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**“ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR
DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE
HUÁNUCO”.**

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 830-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 25 de abril de 2022

Visto, el Oficio N° 477-2022-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Informe Final de Trabajo de investigación (Tesis) intitulado: "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO", presentado por el (la) Bach. Francisco Javier VILLEGAS VILLANUEVA.

CONSIDERANDO:

Que, según mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° B15-2020-D-FI-UDH, de fecha 25 de noviembre de 2020, se aprobó el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución, del Bach. Francisco Javier VILLEGAS VILLANUEVA, y;

Que, según Oficio N° 477-2022-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Informe Final de Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO" presentado por el (la) Bach. Francisco Javier VILLEGAS VILLANUEVA, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Jhon Elio Gomez Valles (Secretario) y Mg. Jim Arturo Rivera Vidal (Vocal), quienes declaran APTO para la Sustentación de su Tesis, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único. - APROBAR, el Informe Final de Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO" presentado por el (la) Bach. Francisco Javier VILLEGAS VILLANUEVA para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Ibarrán Muñoz Lozano
SECRETARÍA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
DECANO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA EJEC. FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución

Fac. de Ingeniería - PAIC - Exp. Graduando - Internado - Archivo.
BCR,12941,000.

ANEXO III

RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

“ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO”.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1383-2019-D-FI-UHU

Huánuco, 26 de noviembre de 2019

Dado, el Oficio N° 1079-2019-C-EAPIC-FI-UHU presentado por el Coordinador de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil y el Expediente N° 3526-19, del estudiante **Francisco Javier, VILLEGAS VILLANUEVA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30120, Capítulo V, Art. 45° Inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 3526-19, presentado por el (la) estudiante **Francisco Javier, VILLEGAS VILLANUEVA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Mg. Martín César Valdivieso Echevarría, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender la solicitud, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único. - DESIGNAR, como Asesor de Tesis del estudiante **Francisco Javier, VILLEGAS VILLANUEVA**, al Mg. Martín César Valdivieso Echevarría, Docente de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

Mg. *[Signature]*

Mg. *[Signature]*

[Signature]



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

DECANO

Mg. *[Signature]*

[Signature]

Distribución:

Un. de Ingeniería: 1000 - Decano: 01 - Mg. *[Signature]* - *[Signature]*

ANEXO IV

ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**“ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR
DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE
HUÁNUCO”.**



CUADRO N° 3: VARIACIÓN DIMENSIONAL

LABORATORIO DE SUELOS "INGPROY CyC" SAC CONSULTORA Y CONSTRUCTORA		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS																			
ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL																					
RESPONSABLE	FRANCISCO JAVIER VILLEGAS VILLANUEVA																	FECHA	8/02/2021		
SOLICITA	Tesisista																				
PROYECTO:	"ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO".																				
UBICACIÓN:	Departamento				Provincia				Distrito				Ciudad								
	Huánuco				Huánuco				Amarilis				Paucarbambilla								
ASPECTOS GENERALES	COLOR				FORMA				USO				DIMENSIONES NORMADAS								
	gris				Rectangular				Muros no Estructurales				LARGO (cm)	25	ANCH O (cm)	15	ALTO (cm)	10			
MUESTRAS	LARGO (cm)				LP (cm)	DE	VD (%)	ANCHO (cm)				AnP (cm)	DE	VD (%)	ALTO (cm)				AIP (cm)	DE	VD (%)
	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04				N° 01	N° 02	N° 03	N° 04				N° 01	N° 02	N° 03	N° 04			
M-1	24.90	25.00	25.00	25.10	25.00	0.08	0.33%	15.10	15.00	15.00	15.10	15.05	0.06	0.05%	10.00	10.02	10.02	10.00	10.01	0.01	0.02%
M-2	25.10	25.05	25.05	25.10	25.08	0.03	-0.18%	15.00	15.00	15.05	15.05	15.03	0.03	0.03%	9.95	9.95	9.90	9.92	9.93	0.02	0.94%
M-3	24.95	24.80	24.80	24.90	24.86	0.07	0.85%	14.90	14.95	14.95	14.90	14.93	0.03	0.69%	9.95	9.98	9.98	9.90	9.95	0.04	0.85%
M-4	25.00	25.00	24.95	24.95	24.98	0.03	0.22%	14.98	15.00	15.00	15.00	15.00	0.01	0.10%	10.08	10.08	10.05	10.05	10.07	0.02	-0.48%
M-5	25.05	25.00	25.00	25.05	25.03	0.03	0.02%	14.95	14.98	14.98	14.90	14.95	0.04	0.57%	10.02	10.00	10.00	10.02	10.01	0.01	0.02%
M-6	25.05	25.05	25.10	25.10	25.08	0.03	-0.18%	15.02	15.02	15.05	15.05	15.04	0.02	-0.12%	9.98	9.95	9.95	9.98	9.97	0.02	0.52%
M-7	24.90	24.95	24.95	24.90	24.93	0.03	0.42%	14.92	14.90	14.90	14.95	14.92	0.02	0.71%	10.00	10.02	10.02	10.00	10.01	0.01	0.02%
M-8	24.90	25.00	25.00	25.10	25.00	0.08	0.33%	15.10	15.00	15.00	15.10	15.05	0.06	0.05%	10.05	10.00	10.00	10.05	10.03	0.03	0.04%
M-9	25.05	25.05	25.10	25.10	25.08	0.03	-0.18%	14.98	15.00	15.00	15.00	15.00	0.01	0.10%	9.95	9.98	9.98	9.90	9.95	0.04	0.85%
M-10	24.95	24.90	24.90	24.90	24.91	0.03	0.45%	15.08	15.00	15.00	15.05	15.03	0.04	0.05%	9.98	9.95	9.95	9.98	9.97	0.02	0.52%

Donde: LP: Largo Promedio, AnP: Ancho Promedio, AIP: Alto Promedio, DE: Desviación Estandar y VD: Variación Dimensional

FUENTE: ENSAYOS DEL LABORATORIO
 ELABORACIÓN: PROPIA

ENSAYOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"

Francisco Javier Villegas Nieto
 Ing. Villegas Nieto, Irwin A
 Laboratorio de Suelos de Suelos
 RUC CIP 160872



CUADRO N° 6: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 03

LABORATORIO DE SUELOS "INGPROY CyC" SAC CONSULTORA Y CONSTRUCTORA		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS							
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN									
RESPONSABLE	FRANCISCO JAVIER VILLEGAS VILLANUEVA						FECHA		
SOLICITA	Tesisista						4/12/2020		
PROYECTO:	"ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO".								
UBICACIÓN:	Departamento		Provincia		Distrito		Ciudad		
	Huánuco		Huánuco		Amarilis		Paucarbambilla		
ASPECTOS GENERALES	COLOR		DÍAS		FORMA		USO		
	Bf15		07		Rectangular		Muro		
MUESTRAS	REFRENTADO (mm)		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	MÁXIMA CARGA DE PRUEBA (KN)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
	SUPERIOR	INFERIOR					kg/cm ²	Mpa	
M-1	1.00	1.00	24.96	15.10	102.11	376.90	27.63	2.71	
M-2	1.00	1.00	24.90	14.95	112.77	372.20	30.89	3.03	
M-3	1.00	1.00	24.93	14.95	137.05	372.70	37.50	3.68	
M-4	1.00	1.00	25.00	15.02	102.07	375.50	27.72	2.72	
M-5	1.00	1.00	24.90	14.96	141.49	372.50	38.73	3.80	
M-6	1.00	1.00	24.95	15.00	109.38	374.25	29.80	2.92	
M-7	1.00	1.00	25.02	15.00	122.73	375.30	33.35	3.27	
M-8	1.00	1.00	25.05	15.00	146.72	375.75	39.82	3.90	
M-9	1.00	1.00	24.95	15.05	91.44	375.50	24.83	2.44	
M-10	1.00	1.00	25.08	15.00	73.07	376.20	19.97	1.96	
M-11	1.00	1.00	25.05	15.05	100.73	377.00	27.25	2.67	
M-12	1.00	1.00	24.92	15.05	110.25	375.05	29.98	2.94	
M-13	1.00	1.00	24.90	15.00	80.43	373.50	21.96	2.15	
M-14	1.00	1.00	25.05	15.00	95.02	375.75	25.79	2.53	
M-15	1.00	1.00	25.05	14.95	92.32	374.50	25.14	2.47	
PROMEDIO							29.30	2.88	
DESVIACIÓN ESTARDAR							5.89	0.58	
PROMEDIO FINAL							23.46	2.30	

FUENTE: ENSAYOS DEL LABORATORIO
 ELABORACIÓN: PROPIA

ENSAYOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"

Francisco Javier Villegas Villanueva
 Ing. Villegas Nieto, Irwin A
 Licenciado en Ciencias de Suelos
 Rég. CIP 160972

CUADRO N° 5: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 02

LABORATORIO DE SUELOS "INGPROY CyC" SAC CONSULTORA Y CONSTRUCTORA		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
RESPONSABLE	FRANCISCO JAVIER VILLEGAS VILLANUEVA						FECHA	
SOLICITA	Tesista						4/12/2020	
PROYECTO:	"ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO".							
UBICACIÓN:	Departamento		Provincia		Distrito		Ciudad	
	Huánuco		Huánuco		Amarilis		Paucarbambilla	
ASPECTOS GENERALES	COLOR		DÍAS		FORMA		USO	
	gris		14		Rectangular		Muro	
MUESTRAS	REFRENTADO (mm)		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	MÁXIMA CARGA DE PRUEBA (KN)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
	SUPERIOR	INFERIOR					kg/cm ²	Mpa
M-1	1.00	1.00	25.00	15.00	112.12	375.00	30.49	2.99
M-2	1.00	1.00	24.90	14.95	113.07	372.26	30.97	3.04
M-3	1.00	1.00	24.93	14.95	111.70	372.70	30.56	3.00
M-4	1.00	1.00	25.00	15.02	89.95	375.50	24.43	2.40
M-5	1.00	1.00	24.90	14.96	93.86	372.50	25.69	2.52
M-6	1.00	1.00	24.95	15.00	124.91	374.25	34.03	3.34
M-7	1.00	1.00	24.90	15.00	136.02	373.50	37.14	3.64
M-8	1.00	1.00	25.05	15.00	167.39	375.75	45.43	4.45
M-9	1.00	1.00	24.95	15.05	119.32	375.50	32.40	3.18
M-10	1.00	1.00	25.08	15.00	126.15	376.20	34.19	3.35
M-11	1.00	1.00	25.05	15.05	108.15	377.00	29.25	2.87
M-12	1.00	1.00	24.92	14.90	110.25	371.31	30.28	2.97
M-13	1.00	1.00	24.90	15.00	127.26	373.50	34.74	3.41
M-14	1.00	1.00	25.05	15.00	95.02	375.75	25.79	2.53
M-15	1.00	1.00	25.05	14.95	92.32	374.50	25.14	2.47
PROMEDIO							31.37	3.08
DESVIACIÓN ESTADAR							5.45	0.53
PROMEDIO FINAL							25.92	2.54

FUENTE: ENSAYOS DEL LABORATORIO
ELABORACIÓN: PROPIA

ENSAYOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"


Ing. Villegas Nieto, Irwin A.
Licenciado en Mecánica de Suelos
Rég. CIP 108922



CUADRO N° 4: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 01

LABORATORIO DE SUELOS "INGPROY CyC" SAC CONSULTORA Y CONSTRUCTORA		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
RESPONSABLE	FRANCISCO JAVIER VILLEGAS VILLANUEVA						FECHA	
SOLICITA	Tesisista						4/12/2020	
PROYECTO:	"ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO".							
UBICACIÓN:	Departamento	Provincia		Distrito		Ciudad		
	Huánuco	Huánuco		Amarilis		Paucarbambilla		
ASPECTOS GENERALES	COLOR	DÍAS		FORMA		USO		
	gris	21		Rectangular		Muro		
MUESTRAS	REFRENTADO (mm)		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	MÁXIMA CARGA DE PRUEBA (KN)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
	SUPERIOR	INFERIOR					kg/cm ²	Mpa
M-1	1.00	1.00	24.95	15.10	106.03	376.75	28.86	2.83
M-2	1.00	1.00	25.05	15.00	106.26	375.75	28.84	2.83
M-3	1.00	1.00	24.95	14.90	147.83	371.76	40.55	3.98
M-4	1.00	1.00	25.00	15.00	72.13	375.00	19.61	1.92
M-5	1.00	1.00	25.05	15.00	130.77	375.75	37.12	3.64
M-6	1.00	1.00	25.00	15.00	138.35	375.00	37.62	3.69
M-7	1.00	1.00	25.05	14.90	157.70	373.25	43.08	4.23
M-8	1.00	1.00	24.80	15.00	114.61	372.00	31.42	3.08
M-9	1.00	1.00	24.95	14.90	161.51	371.76	44.30	4.34
M-10	1.00	1.00	25.00	15.00	112.79	375.00	30.67	3.01
M-11	1.00	1.00	24.95	14.90	99.65	371.76	27.33	2.68
M-12	1.00	1.00	25.05	15.00	110.39	375.75	29.90	2.94
M-13	1.00	1.00	25.10	15.10	126.58	379.01	34.06	3.34
M-14	1.00	1.00	24.90	14.90	152.19	371.01	41.83	4.10
M-15	1.00	1.00	25.10	15.00	171.12	376.50	46.35	4.55
PROMEDIO							34.77	3.41
DESVIACIÓN ESTÁNDAR							7.55	0.74
PROMEDIO FINAL							27.22	2.67

FUENTE: ENSAYOS DEL LABORATORIO
 ELABORACIÓN: PROPIA

ENSAYOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"

Francisco Javier Villegas Villanueva
 Ing. Villegas Villanueva Nieto, Irwin A
 Laboratorio de Mecánica de Suelos
 RUC CIP 100972



CUADRO N° 7: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 04

LABORATORIO DE SUELOS "INGPROY CyC" SAC CONSULTORA Y CONSTRUCTORA		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
RESPONSABLE	FRANCISCO JAVIER VILLEGAS VILLANUEVA						FECHA	
SOLICITA	Tesisista						4/12/2020	
PROYECTO:	"ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO".							
UBICACIÓN:	Departamento Huánuco		Provincia Huánuco		Distrito Amarilis		Ciudad Paucarbambilla	
ASPECTOS GENERALES	COLOR gris		DÍAS 28		FORMA Rectangular		USO Muro	
MUESTRAS	REFRENTADO (mm)		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	MÁXIMA CARGA DE PRUEBA (KN)	AREA (cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
	SUPERIOR	INFERIOR					kg/cm2	Mpa
M-1	1.00	1.00	24.95	15.10	112.35	376.75	30.41	2.98
M-2	1.00	1.00	25.05	15.00	106.26	375.75	28.84	2.83
M-3	1.00	1.00	24.95	14.90	147.83	371.76	40.55	3.98
M-4	1.00	1.00	25.00	15.00	90.56	375.00	24.63	2.41
M-5	1.00	1.00	25.05	15.00	130.89	375.75	35.52	3.48
M-6	1.00	1.00	25.00	15.00	138.35	375.00	37.62	3.69
M-7	1.00	1.00	25.05	14.90	157.70	373.25	43.08	4.23
M-8	1.00	1.00	24.80	15.00	114.61	372.00	31.42	3.08
M-9	1.00	1.00	24.95	14.90	122.74	371.76	33.67	3.30
M-10	1.00	1.00	25.00	15.00	112.79	375.00	30.67	3.01
M-11	1.00	1.00	24.95	14.90	122.48	371.76	33.60	3.29
M-12	1.00	1.00	25.05	15.00	110.39	375.75	29.96	2.94
M-13	1.00	1.00	25.10	15.10	129.51	379.01	34.84	3.42
M-14	1.00	1.00	24.90	14.90	152.19	371.01	41.83	4.10
M-15	1.00	1.00	25.10	15.00	147.39	376.50	39.92	3.91
PROMEDIO							34.44	3.38
DESVIACIÓN ESTARDAR							5.32	0.52
PROMEDIO FINAL							29.11	2.85

FUENTE: ENSAYOS DEL LABORATORIO
ELABORACIÓN: PROPIA

ENSAYOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"

Juan Carlos Nieto
Ing. Villacueva Nieto, Irwin A.
Laboratorio Mecánica de Suelos
RNEC CIP 108072



CUADRO N° 1: PESO ESPECÍFICO

LABORATORIO DE SUELOS "INGPROY CyC" SAC CONSULTORA Y CONSTRUCTORA		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
PESO ESPECÍFICO MTC E 113				
RESPONSABLE	FRANCISCO JAVIER VILLEGAS VILLANUEVA			
SOLICITA	Tesis			
PROYECTO:	"ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO".			
UBICACIÓN:	Departamento	Provincia	Distrito	
	Huánuco	Huánuco	Amarilis	
ASPECTOS GENERALES	COLOR	USO	FORMA	
	gris	Muros no Estructurales	Rectangular	
MUESTRAS	PESO		VOLUMEN	DENSIDAD (gr/cm3)
	SUMERGIDO (H2O)			
M-1	3,750.00	6,510.00	2,760.00	2.36
M-2	3,212.00	5,885.00	2,673.00	2.20
M-3	3,110.00	5,810.00	2,700.00	2.15
M-4	3,228.00	6,165.00	2,937.00	2.10
M-5	3,117.00	5,905.00	2,788.00	2.12

FUENTE: ENSAYOS DEL LABORATORIO
 ELABORACIÓN: PROPIA

ENSAYOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"

Francisco Javier Villegas Villanueva
 Ing. Villegas Nieto, Irwin A
 Laboratorio Mecánica de Suelos
 Rég. CIP 169922



CUADRO N° 2: CONTENIDO DE HUMEDAD

LABORATORIO DE SUELOS "INGPROY CyC" SAC CONSULTORA Y CONSTRUCTORA		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 399.604 Y 399.1613				
RESPONSABLE	FRANCISCO JAVIER VILLEGAS VILLANUEVA			
SOLICITA	Tesisista			
PROYECTO:	"ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO".			
UBICACIÓN:	Departamento	Provincia	Distrito	Ciudad
	Huánuco	Huánuco	Amarilis	Paucarbambilla
ASPECTOS GENERALES	COLOR		USO	FORMA
	gris		Muros no Estructurales	Rectangular
MUESTRAS	PESO RECIBIDO	PESO SECO	CONTENIDO DE ABSORCIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD
M-1	6,225.00	5,995.00	230.00	3.84%
M-2	5,960.00	5,650.00	310.00	5.49%
M-3	6,435.00	6,140.00	295.00	4.80%
M-4	6,405.00	6,080.00	325.00	5.35%
M-5	6,295.00	6,160.00	135.00	2.19%

FUENTE: ENSAYOS DEL LABORATORIO
 ELABORACIÓN: PROPIA

ENSAYOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"

[Firma]
 Ing. Villegas Nieto, Irwin A.
 Laboratorio de Mecánica de Suelos
 RREG CIP 108972

ANEXO V

PANEL FOTOGRÁFICO

“ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES A PARTIR DE LA TRITURACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO”.



Residuo de los diferentes tipos de poliestireno expandido obtenidos de las calles, ríos, parques, y otros



Mezcla del agregado grueso en un 40% y poliestireno expandido triturado en un 60%



Vista de las unidades de albañilería a partir del poliestireno expandido reciclado



Curado de los bloques de concreto para los ensayos correspondientes según la Norma Técnica Peruana.