



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Beneficios del ladrillo elaborado con mortero de material PET
según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de
Sullana - Piura 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Avilés Garragate, Néstor André (ORCID: 0000-0003-1658-1199)

Carrasco Arrieta, Roly Baresi (ORCID: 0000-0002-6037-4528)

ASESORA:

Dra. Saldarriaga Castillo, María del Rosario (ORCID: 0000-0002-0566-6827)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Y Estructural

PIURA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo en primer lugar a nuestro padre Jehová por otorgarnos la energía, fuerza e inteligencia para llegar a este punto, ya que siempre hemos sentido su presencia en cualquier dificultad que se ha presentado, también dedicamos el trabajo a nuestros padres, que han sido ellos los artífices moviendo los hilos detrás del telón para ayudarnos a subir cada peldaño de esta misión; y por darnos con su inmenso amor, cariño, tiempo y comprensión para mejorar como personas y ser de utilidad a nuestro hermoso Perú.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestro padre Jehová por su inmenso amor, seguidamente a nuestros padres por confiar y creer en nosotros para lograr este objetivo.

Y finalmente agradecemos a aquellos docentes que fueron más allá de su trabajo de impartir conocimientos y nos transmitieron ese sentimiento que coadyuvó para amar aún más nuestra carrera.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos | iv |
| Índice de tablas | v |
| Índice de figuras | vi |
| Resumen..... | vii |
| Abstract..... | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 6 |
| III. METODOLOGÍA | 19 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 19 |
| 3.2. Variables y operacionalización..... | 19 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo..... | 20 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 21 |
| 3.5. Procedimientos | 22 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 23 |
| 3.7. Aspectos éticos | 23 |
| IV. RESULTADOS..... | 24 |
| V. DISCUSIÓN | 38 |
| VI. CONCLUSIONES | 43 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 44 |
| REFERENCIAS..... | 45 |
| Anexos | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 01: DATOS TECNICOS DEL POLIETILENO- TEREF TALATO(PET) | 10 |
| Tabla 02: Población considerada en este proyecto de investigación | 20 |
| Tabla 03: Número de muestras | 20 |
| Tabla 04: Muestras..... | 21 |
| Tabla 05: Técnicas e instrumentos a aplicar por objetivos y unidad de investigación..... | 22 |
| Tabla 06: Porcentajes de mezcla | 23 |
| Tabla 07: Materiales..... | 38 |
| Tabla 08: Insumos para ladrillo PET al 15%..... | 38 |
| Tabla 09: Insumos para ladrillo PET al 25%..... | 39 |
| Tabla 10: Insumos para ladrillo PET al 50%..... | 39 |
| Tabla 11: Rendimiento | 40 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 01: Variación promedio de dimensiones de ladrillo sin PET..... | 25 |
| Figura 02: Variación promedio de dimensiones de ladrillo PET al 15% | 26 |
| Figura 03: Variación promedio de dimensiones de ladrillo PET al 25% | 27 |
| Figura 04: Alabeo promedio del ladrillo sin PET..... | 29 |
| Figura 05: Alabeo promedio del ladrillo PET al 15% | 29 |
| Figura 06: Alabeo promedio del ladrillo PET al 25% | 30 |
| Figura 07: Absorción promedio del ladrillo sin PET..... | 31 |
| Figura 08: Absorción promedio del ladrillo PET al 15% | 32 |
| Figura 09: Absorción promedio del ladrillo PET al 25% | 32 |
| Figura 10: Medidas promedio del ladrillo sin PET | 34 |
| Figura 11: Resistencia promedio del ladrillo sin PET | 34 |
| Figura 12: Medidas promedio del ladrillo PET al 15%..... | 35 |
| Figura 13: Resistencia promedio del ladrillo PET al 15%..... | 35 |
| Figura 14: Medidas promedio del ladrillo PET al 25%..... | 36 |
| Figura 15: Resistencia promedio del ladrillo PET al 25%..... | 36 |

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general determinar los beneficios de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según la norma E 0.70 respecto de un ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura. 2020, cuya metodología fue estudio de tipo aplicada, de diseño experimental – transversal, de enfoque cuantitativo cuya población fue ladrillos elaborados con mortero de material PET y ladrillos artesanales, con un muestro probabilístico, tuvo como técnica la observación y como instrumento la ficha de registro, obteniendo como resultado general que el ladrillo PET al 15% arrojó mejores valores en los distintos ensayos, el ensayo de variabilidad dimensional, el ladrillo PET al 15% solo incumple en una medida, superando en un 9.37% en su altura, por encima el 4% que se permite, el ensayo de alabeo arroja valores de 2mm y 1.9 en las caras A y B respectivamente, en el ensayo de Absorción obtuvo un valor de 21.76%, y por último, el ensayo de resistencia a la compresión el ladrillo PET al 15% obtiene un resultado de 47.5 daN/cm²; el ladrillo mencionado es quien posee el mejor diseño de mezcla y costos, ya que su producción cuesta entre 3 a 10 soles menos por medio millar en comparación al ladrillo artesanal, por tales resultados, se concluye que el ladrillo PET al 15% posee mejores características físicas y mecánicas además de poseer costos de producción por debajo del ladrillo artesanal.

Palabras clave: Ladrillo artesanal, Material PET, Ensayos, Costo Económico.

ABSTRACT

The general objective of this research was to determine the benefits of a brick made with PET material mortar according to the E 0.70 standard with respect to an artisan brick in the district of Sullana - Piura. 2020, whose methodology was an applied-type study, with an experimental-cross-sectional design, with a quantitative approach, population was bricks made with mortar made of PET material and artisan bricks, with a probabilistic sample, had as a technique the observation and as an instrument the record sheet Obtaining as a general result that the 15% PET brick gave better values in the different tests, the dimensional variability test, the 15% PET brick only fails to comply in one measure, exceeding 9.37% in its height, above 4 % that is allowed, the warping test shows values of 2mm and 1.9 on faces A and B respectively, in the Absorption test it obtained a value of 21.76%, and finally, the compressive strength test of the PET brick when 15% obtain a result of 47.5 daN / cm²; The mentioned brick is the one that has the best mix design and costs, since its production costs between 3 to 10 soles less per half a thousand compared to the artisan brick, based on these results, it is concluded that the 15% PET brick has better characteristics physical and mechanical as well as having production costs below artisanal brick.

Keywords: Handmade brick, PET material, Testing, Economic Cost.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la contaminación generada por los seres humanos es un problema de escala global, que perjudica a las diferentes ciudades del planeta Tierra. El excesivo consumo de los residuos sólidos como el plástico, producido en grandes cantidades, es un factor detonante a este problema; sumado a esto, en el Perú, el ladrillo es uno de los materiales principales y usados en todo el ámbito de la construcción, ya sea en edificios, casas, locales, entre otras, a su vez la elaboración de este dicho material genera un impacto ambiental negativo. El desconocimiento de nuevos métodos tecnológicos constructivos nos permite introducir materiales alternativos apropiados para minimizar los niveles de contaminación. Además, la cantidad de elementos desperdiciados por el ser humano como los restos plásticos, y restos de ladrillo en cada edificación, con el pasar de los años aumenta el nivel de contaminación y por ende afecta no solo la salud humana sino también amenaza con la flora y fauna.

A nivel mundial construir con ladrillo convencional viene causando altos impactos ambientales debido a las emisiones de gases producidos al ser fabricados ya sea por el combustible empleado o por adicionar sustancias tóxicas para lograr la mejora de características estructurales, y los daños post construcción por sus desperdicios generados en el entorno afectando la salud humana, flora y fauna. Pero existen otros países donde ya construyen con otro tipo de material que no es el ladrillo convencional sino con materiales más ecológicos como es el caso de España de fabricar ladrillos de arcilla aligerada con una composición de 15% de paja y un 85% de arcilla, ladrillos calcáreos compuesto por arena de sílice; en Colombia donde construyen viviendas con ladrillos de material reciclado en forma de lego, en Bogotá propusieron ladrillos con adición PET, Argentina y Chile también implementaron los famosos eco-ladrillos, donde no era mezcla sólo se rellenaban las botellas plásticas con bolsas plásticas generando propiedades antisísmicas, aislantes y resistentes; entre otros países incluido el nuestro.

Asimismo, en el Perú la cantidad de los ladrillos convencionales que se producen anualmente es de 9.5 millones de toneladas, tal como lo afirma Nilo Mendoza,

presidente de la Asociación Ladrillera de Cerámicos del Perú (ALACEP), estos son hechos a bases de mezcla convencional, y conociendo los impactos que generan aun así se siguen viendo construcciones de esta naturaleza. Sin embargo, existen otras posibilidades de hacer ciertos ladrillos en base a otros materiales que se encuentran en el medio ambiente. Por ello a nivel mundial y en el Perú la tendencia a usar ladrillos ecológicos cada vez es más fuerte, pero en el caso de Piura se sigue empleando el ladrillo convencional para edificaciones, viviendas unifamiliares, multifamiliares sabiendo los grandes impactos ambientales.

También existen los desechos de materiales sólidos, donde se conoce que existe una producción per cápita, indicado por SINIA (2017) que cada habitante del departamento de Piura generó 0.54kg de éstos residuos al día , siendo la población de 31145 habitantes aproximadamente, lo cual hizo un total de 168.19 tn al día, y según Roxana Vásquez (2019), autora de una publicación realizada en Infomercado, afirma que el total de basura que se genera al día, el 43.7% es plástico o también llamado PET, el cual termina en botaderos o en el río. De esta forma, el MINAM afirma que al 2016 cada ciudadano peruano usó en promedio 30 kg de plástico, considerando que estas cantidades destruyen el suelo, contaminan el agua, y afectan el aire. Por lo tanto, ésta eventual basura, llámese elemento de reciclaje, podría ser utilizado como posible aditivo a la mezcla de ladrillo ecológico para nuestra zona en estudio tal es el caso la Ciudad de Sullana, provincia ubicada al norte de Piura, una ciudad antigua fundada en 1783 por el religioso español Baltazar Jaime Martínez Compañón. Rodeada por el Cerro Amotape y a orillas del río Chira, tiene un área urbana de 1985.32 ha. Es conocida por su clima caluroso como la Ciudad del Eterno Verano, La Perla del Chira o la Novia del Sol, además de sus fuertes precipitaciones. En ella existen algunas urbanizaciones modernas, pocas edificaciones ancestrales y donde se le puede proporcionar a la población la idea o los datos de que se pueden utilizar otros sistemas de construcción como la elaboración de un ladrillo ecológico con material PET, puesto que se observa que los albañiles, constructoras, todavía usan el ladrillo convencional cuya producción es de 2069.66 millares de ladrillo al mes debido a su resistencia, por ello lo que se busca es reducir los impactos ambientales producidos por el mismo y más aún cuando tenemos un producto

como el plástico, el material PET, que se conoce su producción personal en el departamento de Piura de 43.7% de los residuos sólidos.

En la presente investigación se intentará elaborar un ladrillo fuera de lo convencional, un ladrillo que utiliza los mismos materiales de un ladrillo convencional o artesanal pero se le va a modificar o reorientar la dosificación para volverlo más ecológico, basándonos mediante estudios donde la unión entre el ladrillo común y material reciclado plástico dan como resultado un ladrillo sostenible que no solo lo suple en el tema estructural, sino también es un tipo de solución para dar uso al plástico que diariamente es desechado por el hombre; por tal motivo, se demostrará los beneficios del uso de un ladrillo elaborado a partir de material PET, además de plasmar las nuevas características que este ladrillo puede conseguir, ya sea físicas, mecánicas y económicas. Todo ello crea la imperiosa necesidad de realizar investigaciones en artículos, libros, o tesis que den soluciones para lograr conseguir el mismo material de construcción con mejores o iguales características pero que a su vez, el costo económico se vea disminuido significativamente, ya que los valores anuales que Sullana posee en cuanto a contaminación solo aumentan con el pasar de los años, y que nos está empujando a un círculo vicioso que debe frenar pronto para evitar seguir destruyendo la naturaleza y nuestra salud.

Por tal motivo la importancia de esta investigación reside en la proposición de un método innovador que busca ser la respuesta a este mal que destruye nuestra ciudad dando un mejor uso al material que tanto es responsable de la destrucción de la naturaleza como lo es el PET.

Ante la problemática descrita se formuló la pregunta general: ¿Cuáles son los beneficios del ladrillo elaborado con mortero de material de PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020? y como problemas específicos se propuso: ¿cuál serán las propiedades físicas - mecánica de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E.070 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020?; ¿cuál será el diseño de mezcla de un ladrillo con mortero de material PET según E0.70 respecto de un ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020?, y ¿cuál

será el costo - beneficio de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020?

La presente investigación, tuvo por justificación las siguientes razones: En las últimas décadas, el ser humano ha sido muy criticado por la cantidad de desechos sólidos que a diario genera por el consumo de productos industriales, sin embargo, el elemento que tanto dolor de cabeza nos genera, como lo son las botellas plásticas, pueden ser también la respuesta a un avance tecnológico a lo que en estructuras respecta, ya que, pensar que todo desecho sólido arrojado es inservible, es una idea errónea y primitiva.

Las botellas plásticas se pueden emplear mejor después de cumplir con su uso original para las que son diseñadas como recipiente de gaseosas, jugos, o bebidas energéticas; estos pueden usarse estructuralmente como material para lograr alcanzar un tipo de ladrillo con mejores características, ante los ladrillos comunes, por lo que, buscar los beneficios que este nuevo tipo de ladrillo puede generar, supone una mejora en el mundo constructivo, además de lograr reducir el dinero que se invierte en producir los ladrillos típicos, con materiales menos costosos y que gracias a la falta de cultura, estos abundan en las ciudad de Sullana, y por ende al emplear mejor las botellas de plásticas, no solo estructuralmente, también se aporta en reducir la contaminación ambiental que tanto aqueja a la población.

Como hipótesis general se estableció, H1: La elaboración del ladrillo con mortero de material PET según e070 si presenta beneficios respeto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020; H0: El ladrillo elaborado con mortero de material PET según E 0.70 no presenta beneficios respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020; y como hipótesis específicas tenemos: H1: Las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo elaborado con mortero de material PET si presenta beneficios respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020; H0: Las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo elaborado con mortero de material PET no presenta beneficios respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020; H1: El diseño de la mezcla de un ladrillo con mortero de material PET si

presenta beneficios respecto al ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020; H0: El diseño del ladrillo con mortero de material PET no presenta beneficios respecto al ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020, y finalmente, H1: el costo - beneficio del ladrillo elaborado con mortero de material PET si es beneficioso respecto del costo – beneficio del ladrillo artesanal de Sullana - Piura 2020; H0: el costo - beneficio del ladrillo elaborado con mortero de material PET no es beneficioso respecto del costo – beneficio del ladrillo artesanal de Sullana - Piura 2020.

El objetivo general de nuestra investigación fue determinar los beneficios de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E0.70 respecto de un ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020; y como objetivos específicos se plantearon: Establecer las propiedades físicas - mecánica de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020, establecer el diseño de mezcla de un ladrillo con mortero de material PET según E0.70 respecto de un ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020, y finalmente, determinar el costo - beneficio de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020.

El diseño a aplicarse, es experimental, se limitará establecer relación causa – efecto y solo establecerá relación. La presente investigación es viable por cuanto los investigadores cuentan con los recursos humanos, materiales y económicos para realizar el estudio.

II. MARCO TEÓRICO

En el proceso de búsqueda de trabajos previos al presente, hemos encontrado a nivel internacional las siguientes investigaciones:

Piñeros y Herrera (2018) en su investigación grado de la universidad católica de Colombia, tuvo como principal objetivo ejecutar un estudio técnico y económico en aplicar bloques con agregados PET en mampostería no estructural para viviendas en centros poblados colombianos, la cual obtuvo como resultado que los bloques con 25% o menos de agregado PET si cumple con la resistencia que dicta la norma, sin embargo, agregar PET en valores mayores o iguales al 30% queda descartado, ya que el bloque obtiene una resistencia por debajo de lo requerido.

Vargas y Tascón (2016) en su tesis elaborada en la Universidad Militar Nueva Granada en Colombia para obtener el título de Ing. Civil, adoptando un tipo de investigación experimental, tuvo como objetivo principal efectuar un estudio donde compara un ladrillo con mortero PET y un ladrillo común, la cual busca hallar las ventajas y desventajas respecto a sus propiedades estructurales y costo, teniendo como base los criterios dados en la norma técnica colombiana; dicha investigación tiene como conclusión que el ladrillo con mortero PET no es estructuralmente recomendable ya que no cumple los valores mínimos, en cuanto al tema económico no demuestra ahorro alguno, sin embargo demuestra que puede contribuir a disminuir la contaminación ambiental.

Angumba (2016) en su tesis para lograr el grado de Magister en Construcción realizada en la Universidad de Cuenca en Ecuador, tuvo como objetivo principal elaborar con plástico reciclado un prototipo de ladrillo para edificaciones no portantes, elaborando ladrillos con dimensiones determinadas, agregándole PET con variaciones desde el 10, hasta el 70% en reemplazo de la arcilla, posteriormente realizo diferentes pruebas con el propósito de comparar y analizar ambos tipos de ladrillos, una vez realizado los ensayos y analizados consiguió un ladrillo con buenas características al 25% de aditivo de PET; concluye que los residuos sólidos-plásticos es una alternativa óptima para

contribuir con el medio ambiente además es una tecnología constructiva muy simple, económica y sobre todo no contaminante.

Gómez (2019) en su tesis para lograr el grado de Especialista en Gerencia de Obras realizada en la Universidad Católica de Colombia, tuvo como objetivo ejecutar una comparación de tiempo y costo por medio de evaluación realizada en la implementación de bloques convencional y bloques reciclado desarrollando la metodología BIM y un análisis presupuestal. Dicha investigación tiene como conclusión que el implemento del bloque con plástico es más económico que el habitual, además en cuestión de tiempo reduce al construir con bloques reciclado ya que no emplea materiales extra para pegar los ladrillos.

Cabrera y Ruales (2017) en su tesis para lograr el Título de Ingeniero Civil realizada en la universidad central del Ecuador, donde tuvo como principal objetivo mejorar el diseño en las construcciones sostenible con mampostería del ladrillo en base PET. Esta investigación tiene como conclusión que al usar las botellas de menores dimensiones longitudinal y capacidad para la fabricación de ladrillos con material PET consiguió reducir el espesor de mampostería por lo cual el peso por metro cuadrado es de 69%.

Gómez y Guzmán (2019) en su tesis para lograr el Título de Ingeniera Civil cuya investigación fue realizada en la Universidad central del Ecuador, su principal objetivo fue determinar cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de bloques fabricados con material PET para luego comparar con los bloques tradicionales , luego a la conclusión que en la resistencia a la compresión ,el bloque tradicional su resistencia es de 6.26MPa mientras que el bloque con material PET es de 5.25MPa , a pesar que los valores con material PET salieron bajos se encuentra dentro de los parámetros mínimos de la resistencia a la compresión .

A nivel nacional hemos encontrado los siguientes trabajos previos:

Echevarría (2017) en su tesis para alcanzar el grado de Ingeniero Civil realizada en la Universidad Nacional de Cajamarca, cuya investigación fue experimental, sostuvo como principal objetivo establecer las propiedades mecánicas de un ladrillo de concreto con el material reciclado PET, utilizo la norma técnica E.070

como base, en la cual determino cantidades adecuadas de los elementos a intervenir en la mezcla de concreto para producir una adecuada unidad de albañilería de tipo IV, luego agregó un porcentajes en forma creciente de material reciclado PET al diseño de mezcla, llegando a la conclusión que las propiedades físico mecánico del ladrillo de concreto con material reciclado PET alcanzan los requisitos establecidos por la norma E.070, además recomienda a futuras investigaciones que se precise las propiedades térmicas y acústicas de la albañilería de unidades con material reciclado PET.

Gonzales (2016) en su tesis para adquirir el título profesional de Ingeniero civil realizada en la Universidad Privada Del Norte en Cajamarca para lograr el grado de ing. Civil, donde como principal objetivo fue comparar las propiedades física y mecánicas de un ladrillo de concreto convencional ante un ladrillo con concreto con adhesión de PET al 5%, 10% y 15% para un ladrillo tipo V para eso se basó en la norma E.070 de albañilería (2006); tiene como metodología la investigación experimental, donde llego a la conclusión que a los ladrillos que se les agrego PET, solo incremento las propiedades de succión y absorción.

Valdivia (2019) en su tesis realizada en la Universidad Andina del Cusco para obtener el grado de Ing. civil, tuvo como objetivo principal Determinar las cualidades físicas y mecánicas de ladrillos de arena gruesa y agregado PET como cementante, con porcentajes de 100%, 80%, y 67% respectivamente. teniendo en cuenta la norma E. 070, utilizando la metodología cuantitativa, teniendo como conclusión que la variación de porcentajes de material PET y arena gruesa propuestas en el objetivo principal, cumplen con los rasgos de aceptación de la NTP E.070.

A continuación, expondremos teorías que hemos recopilado de distintos artículos internacionales y diversos trabajos de investigación los cuales avalan nuestra investigación.

El plástico, tuvo origen en el 1860 cuando Phelan and Collarder, un fabricante estadounidense, ofreció una suma de 10 000 dólares a aquel que sea capaz de crear un material que reemplace al marfil para la producción de bolas de billar.

El norteamericano John Wesley Hyatt, fue uno de los participantes de dicho concurso, quién logró desarrollar el celuloide, que surge a partir de la mezcla de etanol con celulosa en una solución de alcanfor; aunque John Wesley Hyatt no alcanzó a ganar, logro crear un producto muy comercial que daría paso a la evolución de la industria del cine al finalizar siglo XIX.

Fue en 1909, que el químico Estadounidense Leo Hendrick, desarrolló a partir de las moléculas de Fenol un polímero de mucho interés comercial, el cual fue bautizado como Baquelita, llegando a ser un plástico sintético el primero del que se tiene conocimiento.

En el año 1919, el químico alemán Hermann Staudinger realizó un hito que marcaría la evolución de los materiales plásticos, el alemán propuso que éstos estaban compuestos de moléculas gigantes llamadas macromoléculas, en un intento para aceptar o desmentir, tales afirmaciones, la comunidad científica se enrumbo en una carrera, que trajo consigo grandes descubrimientos lo que terminó siendo en avances tecnológicos para esta parte de la química; tales avances motivaron a los científicos y a la industria a la búsqueda de diversas moléculas que fuesen capaz de combinarse para encontrar nuevos polímeros; Posteriormente, en la década de los 30, se hicieron muchos hallazgos, los cuales fueron el Polietileno(PE), el Cloruro Polivinilo(PVC), un plástico con alta resistencia al fuego, el cual fue resultante de reemplazar un átomo de hidrogeno por uno de cloruro en el etileno; otro plástico que fue inventado en 1930 fue el Poliestireno(PS) que es un material transparente y es usado para vasos. La industria del plástico, con el pasar de los años, ha ganado cada vez mayor mercado, ahora, para el envasado de botellas, frascos y/o depósitos, se ha desarrollado de forma rápida e inconsciente la utilización de Tereftalato de Polietileno (PET), material que, por sus características, está reemplazando al vidrio y al PVC en el uso para producción de recipientes.

Echevarría afirma que es un elemento sintético de macromoléculas en su gran mayoría moléculas de alcoholes, compuestos orgánicos y de hidrocarburos. (2017).

Tabla 01: Datos técnicos del polietileno- tereftalato (PET)

| PROPIEDADES MECANICAS | | |
|--|-----------------------------|--------------------|
| Peso específico | 134 | g/cm ³ |
| Resistencia a la tracción | 825 | Kg/cm ² |
| Resistencia a la flexión | 1450 | Kg/cm ² |
| Alargamiento a la rotura | 15 | % |
| Módulo de elasticidad(tracción) | 28550 | Kg/cm ² |
| Resistencia al desgaste por roce | MUY BUENA | |
| Absorción de humedad | 0.25 | % |
| PROPIEDADES TERMICAS | | |
| Temperatura de fusión | 255 | °c |
| Conductividad térmica | Baja | |
| Temperatura de deformabilidad por calor | 170 | °c |
| Temperatura de ablandamiento de Vicat | 175 | °c |
| Coefficiente de dilatación lineal de 23 a 100 °C | 0.00008 | mm por °C |
| PROPIEDADES QUÍMICAS | | |
| Resistencia a álcalis débiles a Temperatura Ambiente | Buena | |
| Resistencia a ácidos débiles a Temperatura Ambiente | Buena | |
| Comportamiento a la combustión | Arde con mediana dificultad | |
| Propagación de llama | Mantiene la llama | |
| Comportamiento al quemado | Gotea | |

Fuente: Plásticos Mecanizables (2017, p. 9)

El proceso de horneado de ladrillos, es una etapa en la que el ladrillo se expone a altas temperaturas para que adquiera las propiedades necesarias, tales como dureza, resistencia y compresión, tal práctica genera gran contaminación, ya que se requiere gran energía para alcanzar la temperatura necesaria, y para lograrla, utilizan carbón, madera, llantas, plásticos, entre otros, al quemar estos materiales se emite gases que dañan la capa de ozona como el CO₂, además se genera muchos desechos.

Galan, Rivera y García en su artículo menciona que el uso del ladrillo, es un elemento que ha perdurado a través de las civilizaciones y que se requiere entre 1000 °C y 1200°C para su cocción. (2016).

Uno de los materiales más usados para la fabricación de los ladrillos es la arcilla, como comentan Canbaz y Albayrak en su artículo, resaltan que, lo que diferencia a la arcilla de otro componente para la producción de ladrillos, es que la primera supera en fuerza al resto. (2017).

Como menciona Sazzadul en su publicación resalta que el plástico se convierte en un problema por dos factores, no tiene naturaleza biodegradable y se cometen muchos errores al momento de descartarlos adecuadamente (2019).

Hablar de sustentabilidad es referirse a encontrar técnicas que eviten la contaminación del ambiente, empleando métodos que avalen bienestar para las generaciones futuras, preservando las materias primas e investigando patrones para la reutilización de elementos. (Salcedo, 2014).

En el artículo realizado por Maure, Candanedo, Madrid, Bolobosky y Marín dice que: La utilización de un elemento novedoso para la manufactura de un nuevo tipo de ladrillo, debe ser revisado y comprobado para determinar las propiedades físicas & químicas, que, de la seguridad de poseer alta resistencia a la compresión, y que, a su vez, no manifieste un riesgo al estar bajo distintos factores climáticos

A partir del año 2000 hacia adelante muchos investigadores han propuesto utilizar el plástico en el mundo constructivo, ya que estos tienen propiedades que podemos aprovechar, Impide el acceso a los gases como el CO₂, evita la humedad, es traslucido, [...], irrompible, ligero, impermeable, por su alta rigidez y dureza resiste grandes esfuerzos permanentes y al desgaste (Martínez y Cote, 2014). estas características podemos utilizarlas adhiriéndolos a diversos elementos, tal es el caso del ladrillo.

Otra investigación realizada por Zhi Ge, Hongya Yue y Renjuan Sun, afirma que PET es uno de los materiales impermeables más importantes y comunes [...] porta excelentes propiedades mecánicas y eléctricas, además de poseer gran durabilidad, y su producción es económicamente bajo (2015); según estas afirmaciones podemos deducir que las propiedades innatas de tereftalato de polietileno pueden ayudar favorablemente a las propiedades mecánicas de un ladrillo común, dándole valor agregado para su uso en la construcción.

Consideramos ladrillo a la unidad que podemos manipular con una sola mano, ya que su dimensión y peso lo permite (RNE, 2019), estos pueden ser

elaborados de arcilla, sílice o concreto, tienen muchas presentaciones, entre estas tenemos ladrillos huecos, sólidos, alveolares o tubulares, y su fabricación puede ser artesanal o industrial; son considerados como un buen aislante de calor y frío, además son económicos, soportan factores naturales, durable y es capaz de resistir cargas muy pesadas.

Se considera que el ladrillo es uno de los materiales más importantes y usados para la edificación de una estructura, siendo uno de los elementos de construcción con mayor demanda en el sector de la ingeniería civil. (Shahidan et al, 2018)

Los ladrillos por si solos, deben cumplir ciertas especificaciones técnicas para ser usados en una obra, ya sea de forma estructural, o no estructural; estas condiciones están determinados por distintos factores, tales como la cocción del ladrillo; las propiedades que determinan un buen bloque cerámico para mampostería, están regidas por el grado de temperatura a la que fue expuesta o cocida la pasta (Guerrero, Espinel y Sánchez, 2016).

Es decir, la cocción del ladrillo juega un papel importante, ya que, si esta fase se ha desarrollado correctamente, el ladrillo alcanzará las propiedades mecánicas que norma E.70 del Reglamento Nacional de Edificaciones demanda; además también menciona los ensayos que un ladrillo debe superar, entre estas tenemos: Resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción. (NTP, 2013)

Según Limami, Manssouri, Cherkaoui, Saadaoui y Khaldoun mencionan que agregar aditivos poliméricos en la construcción traería como beneficios la reducción del uso de energía y de materias primas, además de aminorar el costo de los ladrillos logrando un prototipo liviano y mejorado en sus propiedades térmicas. (2019).

Los ladrillos con agregado de PET son más livianos ante los ladrillos tradicionales, el ladrillo común tiene un peso específico de 1700 kg/ m³ según el Reglamento Nacional de Edificaciones; El peso específico del ladrillo de PET es

menor que el del ladrillo común (1360 kg/m³) (Gaggino, Kreiker, Mattioli y Argüello,2015).

Según Cote y Martínez en su artículo afirman que: Las muestras resultantes exponen un producto rígido, con alta resistencia, que fácilmente puede compararse con los ladrillos comunes comerciales, según norma NTC 673; el ladrillo común tiene una resistencia a la compresión de 4480 kgf, a comparación del resultado con PET que exhibe una resistencia a la compresión de 5600 kgf.

Según esta investigación realizada por Cote y Martínez conocemos que los ladrillos a base de PET son viables para su uso en la construcción y cumplen con el esfuerzo a la compresión que la NTC (Norma Técnica Colombiana).

Otra investigación realizada por Angumba, sostiene la teoría que los ladrillos de polímero, pueden ser elaborados con Polientilentereftalato, transformándose en la alternativa ideal para edificar muros de mampostería, que puedan utilizarse en edificaciones, además de ser un material sustentable (2016).

Maldonado, Corvalan, Cohenca Monteiro proponen utilizar una nueva tecnología basada en botellas de PET como materia prima para la manufacturación de ladrillos (2018)

La teoría formulada por Angumba pretende resolver el problema de la contaminación y a su vez lanzar un tipo de ladrillo que puede ser de utilidad en la construcción.

El artículo de investigación realizado por Akinyele, Igba, y Adigun tiene como objetivo Investigar el uso de PET en ladrillos quemados, con el fin de mejorar sus propiedades y su uso como material de construcción (2020).

El ladrillo cocido es un material de construcción valioso para el mundo constructivo, y es muy usado alrededor del mundo en toda edificación. Los egipcios y babilónicos ya usaban técnicas para comprimir tierra y ladrillos cocidos. Muchos materiales como la paja, cerámica rota, baldosas, bloques

rotos y hormigón de desecho han servido para el fortalecimiento de ladrillos de arcilla (Akinyele, Igba y Adigun. 2020)

Entre las pruebas mecánicas que se someten los ladrillos para determinar su eficacia, tenemos el ensayo a la compresión, se realiza para entender las propiedades mecánicas del ladrillo, el cual sirve para conocer si el resultado final cumple con lo esperado para su utilización en obra.

Para conocer cómo se llevan a cabo tales pruebas, López, Espinosa y Guevara. (2014, p. 92) estiman la resistencia a la compresión con la siguiente fórmula:

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

Dónde:

C = Resistencia mecánica a la compresión (lbf/in²).

w = Fuerza que se ejerce sobre el ladrillo se ejerce sobre el (lbf).

A = Área superficial de la muestra (in²).

Asimismo, para el cálculo de absorción de agua López, Espinosa y Guevara determinan que el ensayo de porcentaje de absorción, se efectúa con la finalidad de hallar la cantidad de porcentaje de agua que una unidad de mampostería alberga (2014).

El porqué de la necesidad de determinar el porcentaje de absorción de agua se ve directamente ligada a la durabilidad del ladrillo, ya que cuando el agua penetra el ladrillo, dicha durabilidad se ve afectada, disminuyendo considerablemente, para evitar este incidente se juega con las temperaturas de cocción de ladrillo, esto ayudará a que el ladrillo gane densidad.

Los ladrillos deben cumplir algunas propiedades fundamentales como absorción de agua, resistencia mecánica a la compresión y tasa inicial de absorción (García, García y Vaca, 2013)

Para determinar tal porcentaje agua López, Espinosa y Guevara (2014, p. 92) utilizaron la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100$$

Dónde:

W = Peso de la muestra

Sub índice "s" = Muestra saturada

Sub índice "d" = Muestra seca

Salah, Vivekka y Ali descubrieron que se obtuvo una buena resistencia a la compresión de 5.3 MPa para una relación PET / PU de 60/40 adecuada para ser utilizada como muro de ladrillo de mampostería sin carga. (2020); sin embargo esto indica que estos ladrillos con PET / PU de 60/40, no tiene una buena resistencia a la compresión y no puede ser usado para soportar cargas, es decir su uso en muros portantes no es recomendable; empero afirman que los resultados generales de la prueba de conductividad térmica fueron satisfactorio ya que cae dentro de un rango de 0.15 a 0.2 W /mK (Salah et al., 2020) ; esto quiere decir que aunque en esta investigación el ladrillo con agregados PET no logro demostrar su utilidad para soportar cargas, demuestra que tiene una conductividad térmica aceptable.

Fanbo, Yizhang y Hongya, en su artículo concluyen que: Cuando la proporción de PET y polvo de ladrillo era 1: 2, la trabajabilidad de la mezcla era buena y la contracción no fue muy grande. Cuando la temperatura de curado fue de 180 ° C, las muestras obtuvieron la mayor fuerza de 43MP. La mezcla de polvo de pet-ladrillo tuvo un rápido desarrollo de resistencia. Podría alcanzar el estado estacionario en dos horas en comparación con el mortero de cemento ordinario

Estos investigadores determinaron que, a una determinada temperatura de 180° C, el ladrillo con agregado PET ganaba mayor fuerza y obtenía un rápido desarrollo de resistencia, pudiendo alcanzar el estado estacionario (que no varía sus valores) a dos horas después de realizar el ensayo.

Otro estudio realizado por Mazenan; Khalid; Irwan,y Ayop revela que La resistencia a la flexión del PET muestra un buen resultado en lugar del concreto normal donde el 25% de reemplazo de PET proporciona el mayor valor (2018),

de esta aseveración podemos deducir que para obtener resultados favorables y mejorar las características mecánicas del ladrillo, tiene como factor el porcentaje de PET que agregamos para producir el ladrillo. En otra sección de su investigación revela que La resistencia a la compresión de PET aumenta gradualmente hasta un volumen del 15%, pero comienza a disminuir en 20% y 25% (Mazenan; Khalid; Irwan, y Ayop, 2018), este descubrimiento realizada por el investigador demuestra que, aunque agregar PET a la producción de ladrillos puede ser beneficiosa, existen intervalos que otorgan tales beneficios, sin embargo, utilizar un porcentaje menor o mayor al adecuado, puede causar perjuicios a las propiedades mecánica.

Limami et al., afirman que: El desarrollo de ladrillos con un 20% de agregado PET y HDPE (High Density Polyethylene) arroja una mejora de las características térmicas obteniendo resultados tales como 0.18 W/m.K and 0.20 W/m.K que representa una ganancia de 63% y 58% respectivamente en propiedades térmicas

Khalid et al., mencionan que el remplazo de arena para la elaboración de ladrillos solo obtiene buenos efectos ante la compresión cuando esta es reemplazada al 75% de hormigón reciclado y 0.5% de PET (2018).

El polietileno es un componente semi-cristalino, y entre sus características principales encontramos alta resistencia a la corrosión, excelente resistencia química, a solventes orgánicos y al desgaste; es un material liviano, no tóxico, impermeable y otorga una alta resistencia a la tracción.

Taaffe, O'sullivan, Ekhlaur y Pakrashi mencionan en su artículo que son cuantiosas las investigaciones de las botellas de plástico como aditivo a materiales de construcción tradicionales, sin embargo, estas mismas botellas además de servir como aditivo, pueden tomar el rol principal para aplicaciones potenciales en la construcción. (2014)

Paschoalin y Storopoli mencionan que las muestras de ladrillos, mostraron resistencia a la compresión siendo esta aumentada en las etapas de curado, hasta en un 30% de los primeros resultados arrojados (2013)

Según Infante y Valderrama mencionan en su artículo: Agregar PET trae beneficios en la albañilería ya que alcanza una resistencia a la compresión de 20 MPa superando con creces a los 7 MPa que la norma de Chile exige en cuanto a ladrillos, además de volverlo más liviano e impermeable.

Las piezas de arcilla deben poseer cierta cantidad de agua, ya que según García menciona que distribuir correctamente el agua en la fase de elaboración de un ladrillo, permite una mejor trabajabilidad dando como resultado piezas más perfectas. (2013)

Chauhan et al. En su artículo concluye que las muestras con agregado plástico superan la resistencia a la compresión ante un ladrillo de arcilla, además pesa menos, restando peso a la estructura. (2019)

Varios estudios realizados avalan el uso del plástico en materiales de construcción ya que estos pueden aportar mucho, tal como menciona Deepak et al., concluye que su investigación logra que el plástico reciclado pueda ser usado en diferentes materiales de construcción, entre ellos el ladrillo, además disminuye costos, aporta al medioambiente y mezclado con otros ingredientes aumenta la resistencia a la compresión. (2015); otra investigación realizada por Shah et al., en su aporta que el uso de residuos plásticos en ladrillos aporta mayor resistencia ante un ladrillo común, que a su vez también trae beneficios económicos y ambiental.

Según Gaggino afirma que, en cuanto a aislación térmica, una pared hecha con ladrillos PET de 15cm de espesor es igual a una pared de 30 cm de espesor hecha con ladrillo tradicional. (2014).

Akinyele y Torio en su artículo revela que la medida exacta de agregado plástico para que los bloques de arena aumenten su resistencia y flexión es de 5%, ya que valores mayores a ese, es contraproducente. (2018)

Alighiri et al. Concluye en su artículo que es posible utilizar residuos de botellas plásticas en la elaboración de ladrillos ya que tiene propiedades como porosidad,

es liviano, y resistencia a la compresión, sin embargo, sus propiedades mecánicas se ven comprometidas. (2019)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación aplicada es el modelo de investigación debido a lo cual el problema ya está establecido y conocido por el investigador, de tal manera que se utiliza la investigación para dar respuestas a las preguntas específicas.

Según BAENA define que la investigación aplicada se propone problemas concretos que necesitan soluciones inmediatas (2017).

Diseño de investigación

Para ROSER, Bono (2012) el diseño cuasi-experimental de investigación son aquellos instrumentos principales de trabajo del ámbito aplicado así mismo sus esquemas de investigación no son aleatorios. En vista que no son aleatorios no son posibles plantear de manera exacta la igualdad inicial de los grupos como sucede en los diseños experimentales.

Por otro lado, HERNÁNDEZ, Roberto; FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar (2014) considera que el diseño cuasi-experimental son los sujetos que no se designan aleatoriamente a los grupos ni se emparejan, si no que ya se encuentran establecidos antes del experimento.

Trabajo de enfoque cuantitativo porque este estudio supuso cálculo y análisis numéricos, para poder determinar resultados. Para SAMPIERI, Roberto; COLLADO, Carlos y LUCIO, Pilar (2003) el enfoque cuantitativo se emplea en la recolección y análisis de datos para responder preguntas de investigación y comprobar con las hipótesis establecidas.

3.2. Variables y operacionalización

Variables

- Ladrillo elaborado con mortero de material PET
- Ladrillo artesanal

3.3. Población, muestra y muestreo

La población

Está constituida por ladrillos elaborados con mortero de material PET y ladrillos artesanales, teniendo así:

Tabla 02: Población considerada en este proyecto de investigación

| Población 1 | Población 2 |
|--|---------------------|
| Ladrillos elaborados con mortero de material PET | ladrillos artesanal |

Fuente: Elaboración Propia de los investigadores.

Muestra

Se utilizó como referencia de la norma Itintec 331.019 la cual nos indica que:

Por cada lote de 50000 ladrillos se tomará la muestra indicada en la secuencia "A", si dicha cantidad es superada, se tomará como muestra los valores mostrados en la secuencia "A" sumados a los valores dados en la secuencia "B" por cada 100000 ladrillos excedentes (1978).

Tabla 03: Número de muestras

| ENSAYOS | SECUENCIA "A" | SECUENCIA "B" |
|------------------------------|---------------|---------------|
| Dimensiones y alabeo | 10 | 5 |
| Resistencia a la compresión | 5 | 3 |
| Densidad | 5 | 3 |
| Módulo de rotura | 5 | 3 |
| Absorción y absorción máxima | 5 | 3 |
| Succión | 5 | 3 |
| Eflorescencia | 10 | 8 |

Fuente: Norma Itintec 331.019 (1982; p. 2)

Según los datos otorgados por Itintec, seguidamente se presenta la tabla #04 la cual muestra la cantidad de muestras que se debe realizar por cada ensayo de ladrillo de arcilla de acuerdo al porcentaje de material PET:

Tabla 04: Muestras

| Tipo | Resistencia a la Compresión | Variabilidad Dimensional y Alabeo | Absorción | |
|--|-----------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|
| Ladrillo de arcilla con 0% de botellas plásticas (común) | 5 | 10 | 5 | |
| Ladrillo de arcilla con 15% de botellas plásticas | 5 | 10 | 5 | |
| Ladrillo de arcilla con 25% de botellas plásticas | 5 | 10 | 5 | |
| Ladrillo de arcilla con 50% de botellas plásticas | 5 | 10 | 5 | |
| TOTAL | 20 | 40 | 20 | 80 |

Fuente: Elaboración Propia de los investigadores.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

- Técnica de la Observación.
- Ensayo de resistencia a la compresión.
- Ensayo de variabilidad dimensional.
- Ensayo de alabeo.
- Ensayo de absorción.

Instrumentos

- Fichas de registro o ficha de observación
- Ficha de ensayo de resistencia a la compresión.
- Ficha de ensayo de variabilidad dimensional.
- Ficha de ensayo de alabeo.
- Ficha de ensayo de absorción
- Regla metálica y normal.
- Balanza.
- Prensa hidráulica mecánica uniaxial.

Tabla 05: Técnicas e instrumentos a aplicar por objetivos y unidad de investigación

| OBJETIVOS | POBLACIÓN | MUESTRA | TÉCNICA | INSTRUMENTO |
|--|---|----------------|---|---|
| Establecer las propiedades físicas - mecánicas de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020. | Ladrillos elaborados con mortero de material PET según E 0.70 y ladrillos artesanales | 80 LADRILLOS | - Ensayo de resistencia a la compresión. - Ensayo de variabilidad dimensional - Ensayo de alabeo - Ensayo de absorción | - Ficha de ensayo de resistencia a la compresión. - Ficha de ensayo de variabilidad dimensional - Ficha de ensayo de alabeo - Ficha de ensayo de absorción |
| Establecer el diseño de mezcla de un ladrillo con mortero de material PET según E 0.70 respecto de un ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020. | Ladrillos elaborados con mortero de material PET según E 0.70 | 60 LADRILLOS | Técnica de la Observación | Ficha de Observación |
| Determinar el costo - beneficio de un ladrillo Elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020. | Ladrillos elaborados con mortero de material PET según E 0.70 y ladrillos artesanales | 80 LADRILLOS | Técnica de la Observación | Ficha de Observación |

Fuente: Elaboración Propia de los investigadores.

3.5. Procedimientos

Se compra el plástico previamente triturado, se requiere tenerlo en forma de escamas, para lograr tal cometido, se procede a colocarlo en una máquina trituradora, posteriormente se elabora el molde con las dimensiones típicas del ladrillo, en este caso tomamos como ejemplo el ladrillo King Kong con medidas 22x12x9.5(cm), este tipo de ladrillo se usa para muros que soportan cargas (muros portantes), con el molde ya hecho procedemos a unir las materias primas, entre las principales tenemos:

Tabla 06: Porcentajes de mezcla

| Arcilla (%) | PET (%) | Identificador de muestra | Cantidad de muestras |
|-------------|---------|--------------------------|----------------------|
| 100 | 0 | A1 | 20 |
| 85 | 15 | A2 | 20 |
| 75 | 25 | A3 | 20 |
| 50 | 50 | A4 | 20 |

Fuente: Elaboración Propia de los investigadores.

Luego de definir los distintos porcentajes de mezcla, colocamos la mezcla para ser amasada dando la forma común del ladrillo, luego sacamos las muestras al exterior para su secado durante 7 días, aprovechando la energía natural que el sol brinda, para lograr un secado uniforme, a partir del día 4 empezamos a girar el ladrillo para que todas sus caras se sequen por igual, culminando los 7 días, las muestras son llevadas al horno para su cocción, esta tarea tomará 7 días más; finalizando esta etapa, los ladrillos son retirados del horno y son llevados al laboratorio para realizar los distintos ensayos para corroborar sus propiedades. (ver anexo 3: documentos del capítulo 3)

3.6. Método de análisis de datos

Se usó como base los protocolos dados por las normas E 070 y la norma Itintec 331.017 & 331.018 las cuales indican el correcto proceder para realizar un ensayo a los ladrillos; y los resultados de tales ensayos están avalados por los certificados emitidos, demostrando su validez, a su vez tales resultados serán comparados con valores estandarizados en las normas anteriormente mencionadas mediante un cuadro de doble entrada.

3.7. Aspectos éticos

En la presente investigación tiene como base respetar los principios de la ética, el cual los investigadores asumen el compromiso de demostrar aspectos éticos: Honestidad, respecto a todos los documentos usados en este proyecto de investigación, el cual avalan la veracidad de las citas recogidas para brindar la información, además de otorgar el crédito a los distintos autores respetando su propiedad intelectual mediante el correcto uso de las normas para citar (ISO).

IV. RESULTADOS

Para lograr el primer objetivo, el cual se busca determinar las características físicas y mecánicas de la comparativa entre un ladrillo artesanal y uno elaborado con distintos porcentajes de material PET, se recopilaron los siguientes datos:

Generalidades

- Las unidades de mampostería se rigen bajo la norma E 0.70, Itintec 331. 017 e Itintec 331.018, respecto a los ladrillos que en su composición llevan distintos porcentajes PET, al no haber una norma exclusiva que acoja este tipo de ladrillo, estos fueron evaluados bajo los mismos criterios que se encuentran en las normas.
- Ubicación de cantera: Se ubica en el km02 camino a Salitral de la ciudad de Sullana – Piura. Se eligió una ladrillera que trabaje con arcilla, esta ladrillera se ubica en la carretera (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°21)
- Se realizaron distintos estudios para determinar el tipo de suelo de la cantera camino a salitral, en los cuales se determinó que, este tipo de suelo, según la norma SUCS esta clasifica como CL y según AASHTO como A-6, lo que indica que es un tipo de suelo arcilloso (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°22), con 8.7% de humedad (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°23) y con un índice de plasticidad del 12.20% (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°24)

Asimismo, se realizaron los siguientes ensayos:

Ensayo de Variabilidad dimensional:

Este ensayo se realiza para conocer las medidas exactas de cada ladrillo (largo, ancho y altura) que se ha tomado de la muestra; la importancia de este ensayo reside en el conocimiento de las medidas a la hora de utilizar las unidades de mampostería en un muro, estos deben tener medidas exactas, y en el caso de no tener medidas regulares, la junta que se le aplica para unir cada ladrillo debe aumentar o disminuir, esto es contraproducente ya que al usar una junta mayor a la especificada, la resistencia de la albañilería empieza a decaer.

Se utiliza la siguiente formula:

$$\%V = \frac{DN-LF}{DN} * 100$$

Personal

Investigadores:

- Avilés Garragate, Néstor André.
- Carrasco Arrieta, Roly Baresi.

Instrumentos

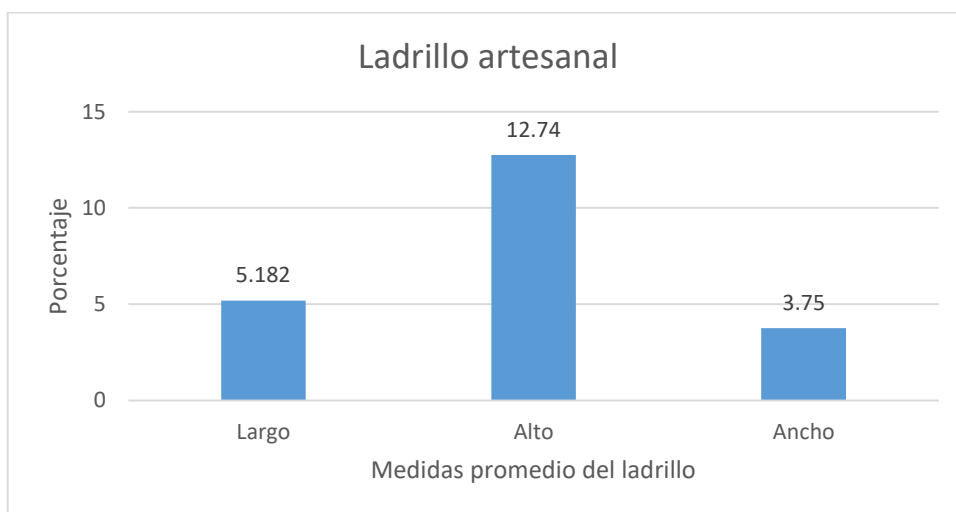
- Regla metálica

Procedimiento

Según Itintec 331.019, para realizar este ensayo, se deben tomar 10 ladrillos como muestra, y con la ayuda de una regla metálica, se procede a medir cada lado del ladrillo, tomando en total 2 medidas por lado de cada cara del ladrillo, recopilando así, los cuadros de valores para los ladrillos sin contenido PET y Ladrillos con PET en distintos porcentajes:

Ladrillo artesanal sin agregado PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°25).

Figura 01: Variación promedio de Dimensiones de ladrillo sin PET

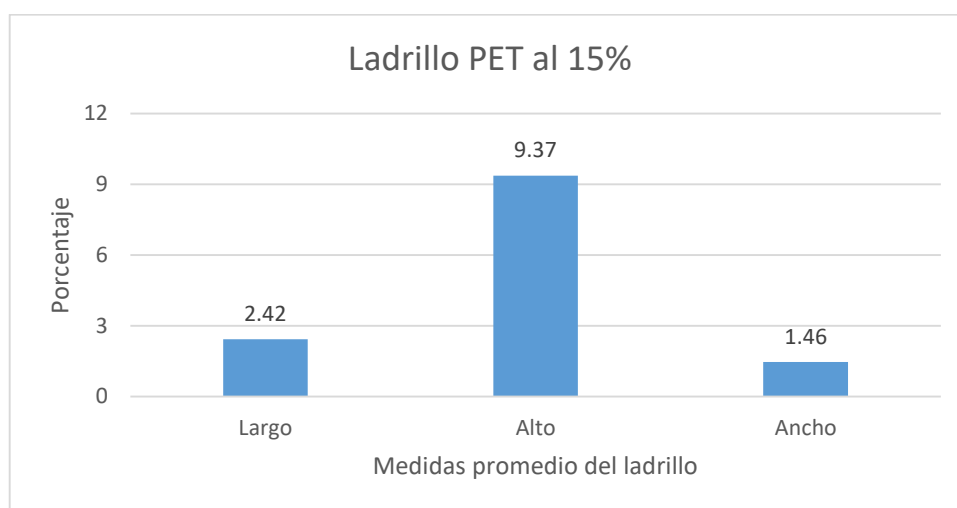


Fuente: Elaboración Propia de los investigadores

Interpretación: Según la Norma E 0.70 (Anexo xx), dice que ladrillos con medidas mayores a 15 cm, su variabilidad dimensional debe ser $\pm 4\%$, las medidas del ladrillo son 220 mm de largo, 95mm de ancho, y 120mm de alto(ver anexo xx); como se aprecia en la sección de promedios, el único valor que cumple son las medidas indicadas, es el ancho del ladrillo, dejando notar que la altura de los ladrillos que se tomaron como muestras, distan mucho del valor con el que el ladrillo debería salir según el molde que se utilizó para la elaboración.

Ladrillo artesanal con 15% del material PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°26).

Figura 02: Variación promedio de Dimensiones de ladrillo PET al 15%

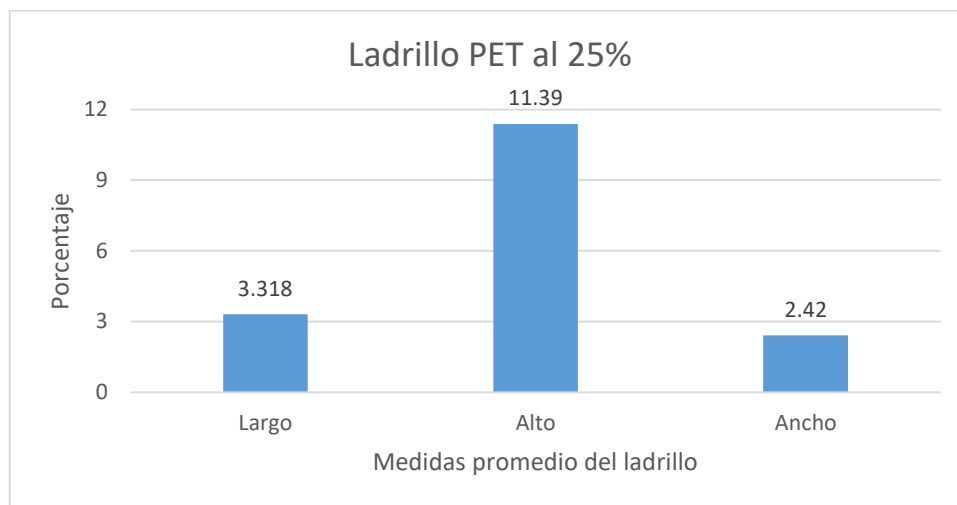


Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación: Como se aprecia en la sección de promedios, los valores han mejorado, entrando en los parámetros que la norma establece, sin embargo, el valor promedio que arroja por la altura, sigue sin entrar en las especificaciones que se espera, aunque respecto al anterior cuadro, se nota una leve mejora.

Ladrillo artesanal con 25% del material PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°27).

Figura 03: Variación promedio de Dimensiones de ladrillo PET al 25%



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación: Los valores que este cuadro expone, son similares al anterior, con el ligero cambio que, los promedios de los valores de largo, alto y ancho, han incrementado respecto al anterior cuadro, sin embargo, los valores de largo y ancho siguen estando dentro de lo permitido por la norma E 0.70, aunque, respecto al valor de altura, sigue sin cumplirse.

Ladrillo artesanal con 50% del material PET

Respecto a los ladrillos artesanales a los cuales se les agregó 50% de PET, al momento de retirarlos del horno, algunos estaban quebrados y presentaban signos de no haberse compactado en su totalidad, por ende, no se cocinaron bien, tales sucesos imposibilitaron poder hacerle algún tipo de ensayo, descartándolos definitivamente (ver anexo 3: Documentos del capítulo 3 - Foto N°12).

Interpretación general del ensayo de variabilidad dimensional:

Como se lee en las interpretaciones puntuales de cada tabla, el ladrillo que no tiene agregado PET, no cumple con la totalidad de los estándares que la norma E 0.70 pide para este ensayo; respecto a los ladrillos con agregado PET al 15% y 25%, ambos no cumplen con el porcentaje de variabilidad permitido por la norma en la medida de altura, sin embargo se nota una mejora en sus medidas

del largo y ancho, siendo el ladrillo con agregado PET al 15% quien mejor se adecua con la norma , aunque incumpla con el porcentaje de variabilidad en la medida de la altura.

Ensayo de Alabeo

La realización de este ensayo determina la paridad que tiene cada lado del ladrillo con el fin de identificar si este posee incongruencias como curvaturas, ya sean cóncavas o convexas.

Personal

Investigadores:

- Avilés Garragate, Néstor André.
- Carrasco Arrieta, Roly Baresi.

Instrumentos

- Regla metálica.
- Regla normal.

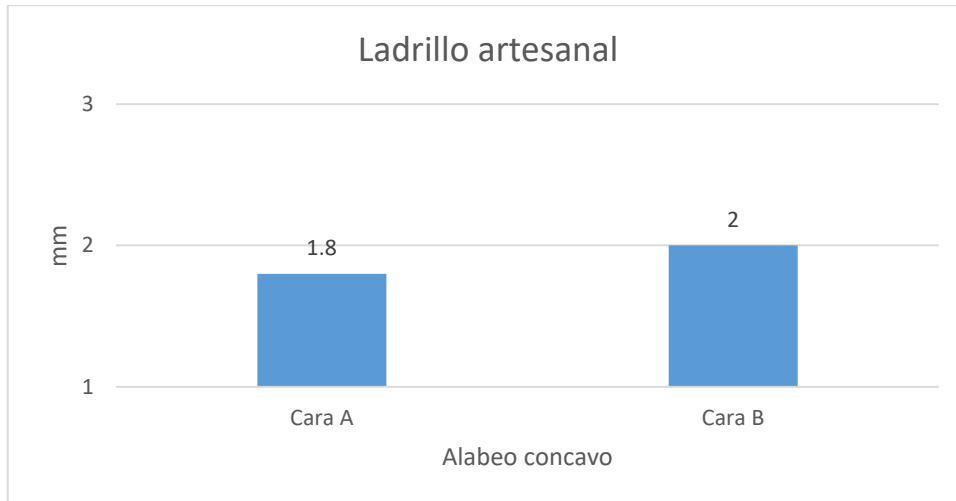
Procedimiento

Cuando la curvatura es hacia adentro del ladrillo, se conoce como alabeo cóncavo, para determinar los valores, se toma la regla y se coloca diagonalmente en una de las caras superiores del ladrillo, seguidamente se coloca la regla metálica milimetrada sobre la flecha máxima, anotando la medida que marca, se repite el mismo paso sobre la cara superior restante del ladrillo.

Existe otra variable que se llama alabeo convexo, este ocurre cuando se nota que la curvatura de la cara del ladrillo sobresale, para determinar este valor, se coloca la regla diagonalmente sobre una de las caras superiores del ladrillo, seguido, se coloca una regla milimetrada sobre la flecha máxima cercana a una de las esquinas y otra regla sobre la flecha máxima de la otra esquina de la diagonal, anotando el valor que se repita en ambas reglas; siguiendo estas indicaciones, se recopilaron los siguientes datos de acuerdo al tipo de ladrillo.

Ladrillo artesanal sin agregado PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°28).

Figura 04: Alabeo promedio del ladrillo sin PET

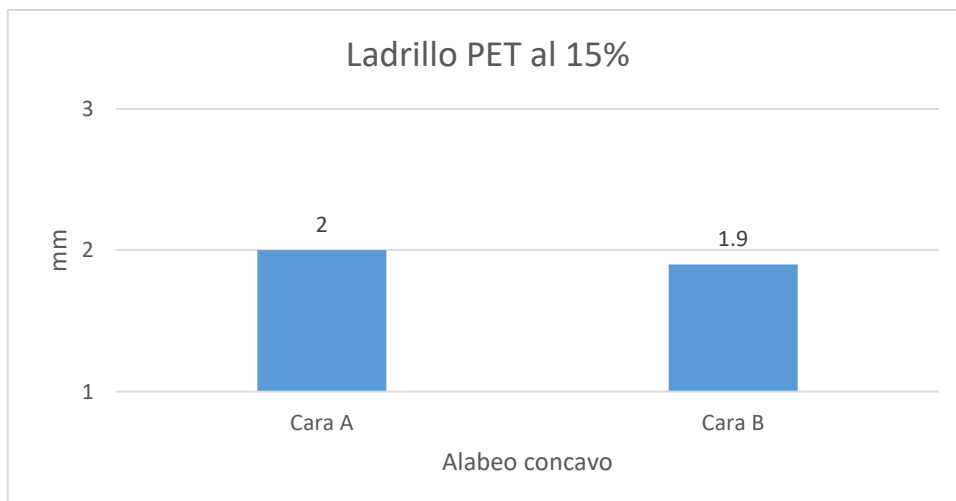


Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación: Las 10 muestras de ladrillo sin PET muestran un alabeo cóncavo mínimo no superior a 2mm, y un alabeo convexo nulo, los valores cumplen con los estándares de la norma E 0.70 el cual dice que el alabeo no debe superar los 10mm.

Ladrillo artesanal con 15% del material PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°29).

Figura 05: Alabeo promedio del ladrillo PET al 15%

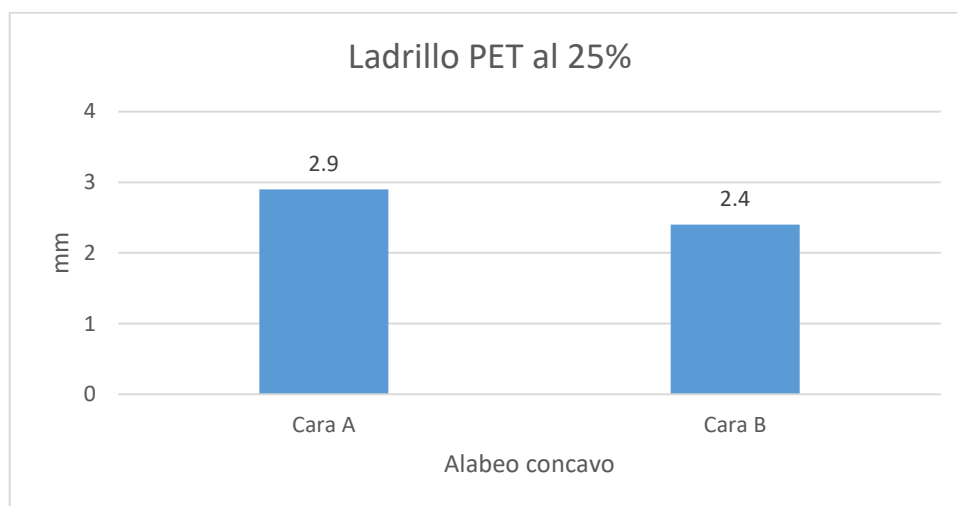


Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación: Las valores que muestran los ladrillos en esta sección, muestran de nuevo un alabeo cóncavo, los milímetros que estos tienen de alabeo, están dentro de los parámetros dados por la norma, no superando los 10mm

Ladrillo artesanal con 25% del material PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°30).

Figura 06: Alabeo promedio del ladrillo PET al 25%



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación: En esta sección, los ladrillos a los que se le agregaron 25% PET, muestran un alabeo cóncavo que cumple con la demanda de la norma, pero que, en comparación los anteriores cuadros, estos ejemplares tienen mayor alabeo cóncavo respecto a los anteriores.

Interpretación general del Ensayo de Alabeo

Los resultados que mostraron los ejemplares con distintos porcentajes PET vs ladrillo artesanal, muestran un alabeo cóncavo mínimo, y un alabeo convexo nulo, al revisar estos valores de los tres tipos de ladrillos, notamos que están dentro de los estándares que la norma E 0.70 permite, sin embargo cabe resaltar que el ladrillo con 25% PET posee mayores valores, que no son exagerados pero influyen al momento de elegir la mejor opción, respecto al ladrillos con 15% PET y ladrillo artesanal, poseen valores menores al anterior y que, comparados entre sí, no muestran un superioridad destacable uno del otro, pudiendo dejar libre la elección del mejor entre el ladrillo al 15% y ladrillo artesanal.

Ensayo de Absorción

Este ensayo nos permite conocer cuál es el porcentaje de agua que un ladrillo puede absorber después de 24 horas de sumergido.

Se utiliza la siguiente formula:

$$A = \frac{P_s - P_{SECO}}{P_{SECO}} * 100$$

Personal

Investigadores:

- Avilés Garragate, Néstor André.
- Carrasco Arrieta, Roly Baresi.

Instrumentos

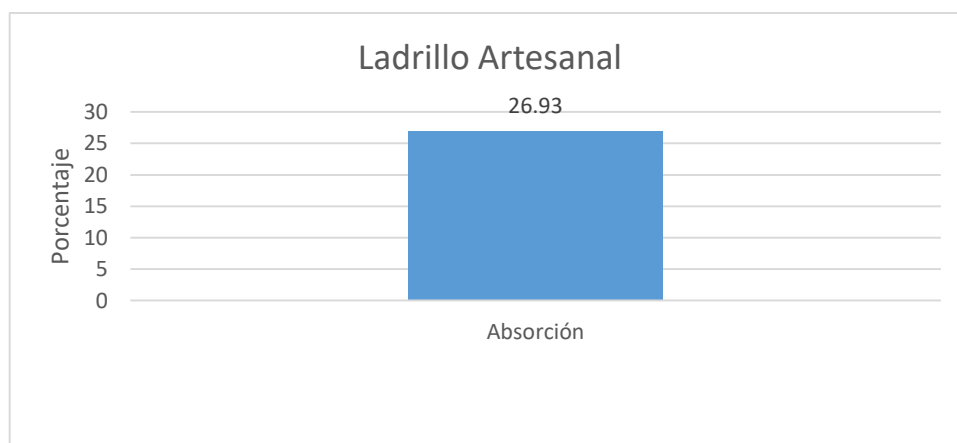
- Balanza
- Depósitos de agua con capacidad para sumergir las muestras.

Procedimiento

El ladrillo, se pesa en la balanza en seco, luego de anotar el valor, este es sumergido en uno de los depósitos que ya se tiene preparado hasta cubrir la totalidad del ladrillo por 24 horas, luego es sacado del depósito, y pesado dentro de los 5 minutos posteriores.

Ladrillo artesanal sin agregado PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°31).

Figura 07: Absorción promedio del ladrillo sin PET

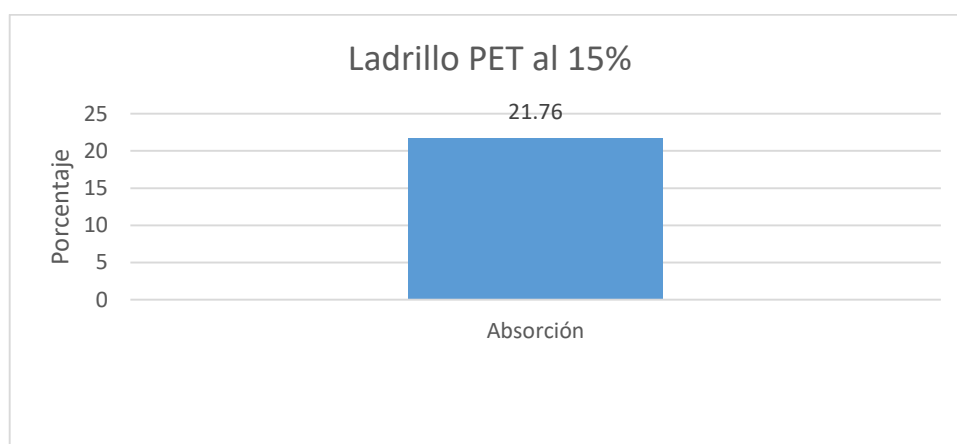


Fuente: Elaboración Propia de los investigadores

Interpretación: Los valores de absorción que arrojan las muestras no cumplen con los parámetros que la norma indica, ya que superan el porcentaje de absorción que es 25%, aunque podría catalogarse en ladrillo tipo I y II que no tienen porcentaje límite de absorción.

Ladrillo artesanal con 15% del material PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°31).

Figura 08: Absorción promedio del ladrillo PET al 15%

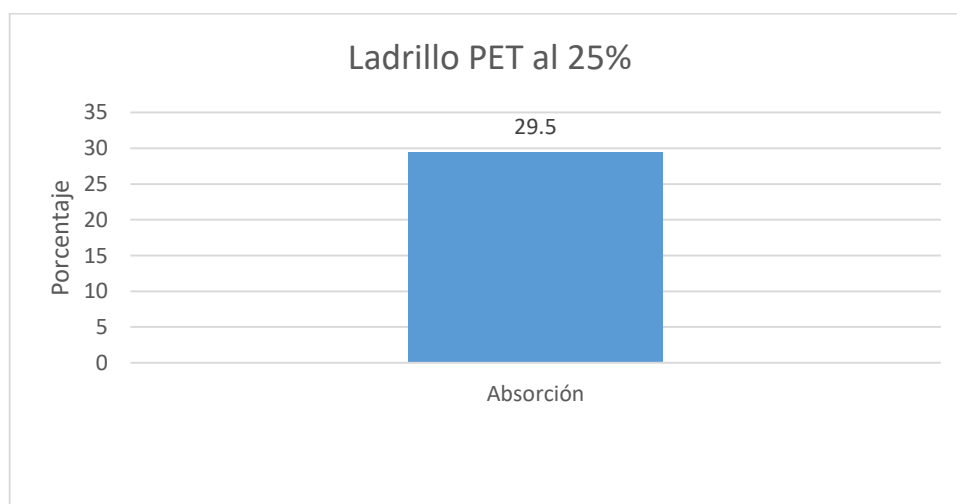


Fuente: Elaboración Propia de los investigadores

Interpretación: En la Figura #08, se puede observar que este tipo de ladrillo, arroja porcentajes de absorción menores a 25%, que es el máximo de absorción que los parámetros de la norma Itintec 331.017 contempla.

Ladrillo artesanal con 25% del material PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°31).

Figura 09: Absorción promedio del ladrillo PET al 25%



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación: Los valores de la Figura #09, indican que el porcentaje de absorción de los ladrillos PET al 25%, no cumple con estándares que la norma Itintec 331.017 establece, a excepción del ladrillo tipo I y II.

Interpretación general del Ensayo de Absorción.

En la comparativa del ladrillo artesanal y los ladrillos con porcentaje PET al 15% y 25%, quien destaca por cumplir los parámetros de la norma es el ladrillo PET al 15%, ya que los demás sobrepasan el porcentaje de absorción permitido.

Ensayo de Resistencia a la compresión

Este ensayo se realiza con la finalidad de determinar cuánto es la capacidad que un ladrillo puede resistir frente a una determinada carga hasta que finalmente se rompa.

Personal

Investigadores:

- Avilés Garragate, Néstor André.
- Carrasco Arrieta, Roly Baresi.

Instrumentos

- Prensa de compresión para rotura de concreto, con rango de 1133 a 113398 kgf marca Forney.
- Cemento
- Yeso

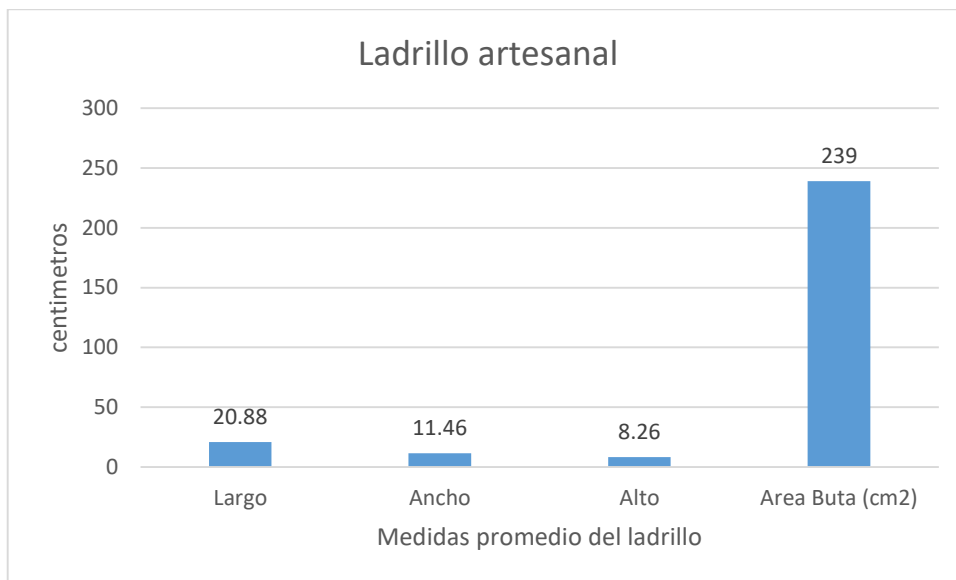
Procedimiento

El ladrillo antes de ser sometido a las cargas de la prensa, a este se le debe colocar una capa de diablo, que es la mezcla de cemento, yeso y agua, esta capa debe ser colocada en ambas caras superiores del ladrillo, luego se deja

secar por 24 horas, pasado el tiempo, el ladrillo es introducido en la maquina colocándole una plancha metálica en ambas caras superiores del ladrillo.

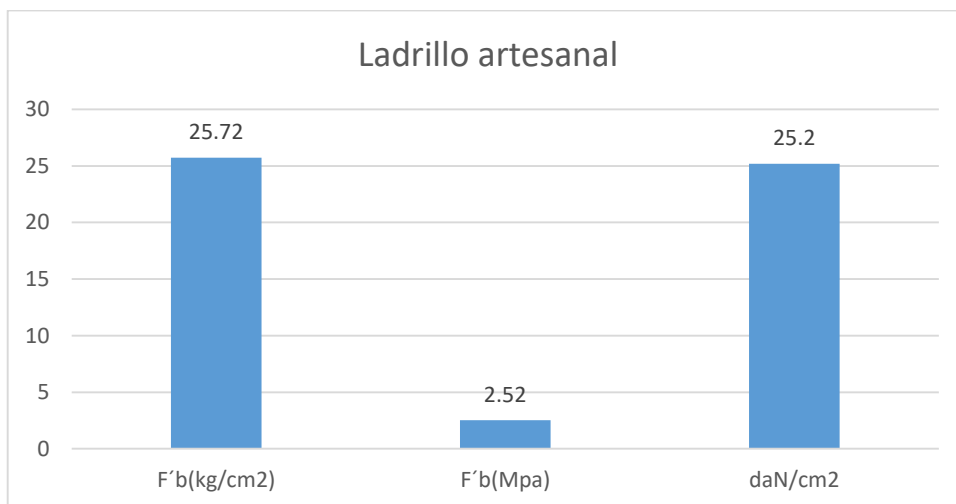
Ladrillo artesanal sin agregado PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°32).

Figura 10: Medidas promedio del ladrillo sin PET



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Figura 11: Resistencia promedio del ladrillo sin PET



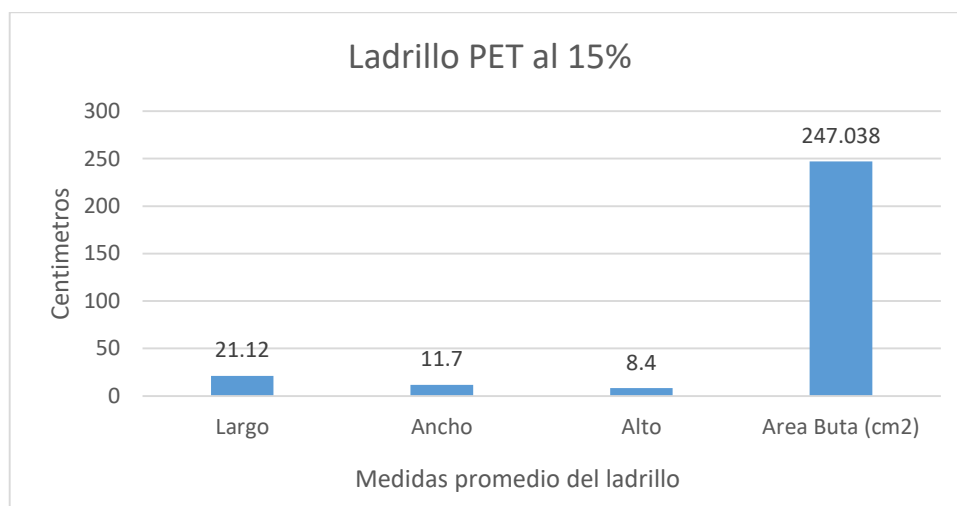
Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación: La resistencia promedio de las 5 muestras de ladrillo artesanal, arrojan como resultado 25.2 daN/cm², según la norma E 0.70, la resistencia mínima que debe tener un ladrillo es de 60 daN/cm², los valores muestran que

este tipo de ladrillo artesanal no puede ser usado para fines estructurales, ya que no cumple con el estándar mínimo requerido.

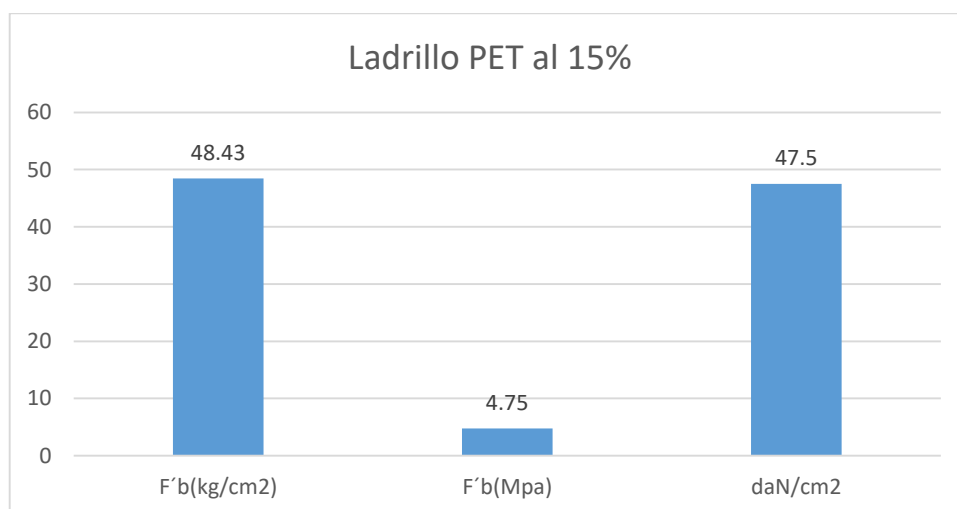
Ladrillo artesanal con 15% del material PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°33).

Figura 12: Medidas promedio del ladrillo PET al 15%



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Figura 13: Resistencia promedio del ladrillo PET al 15%

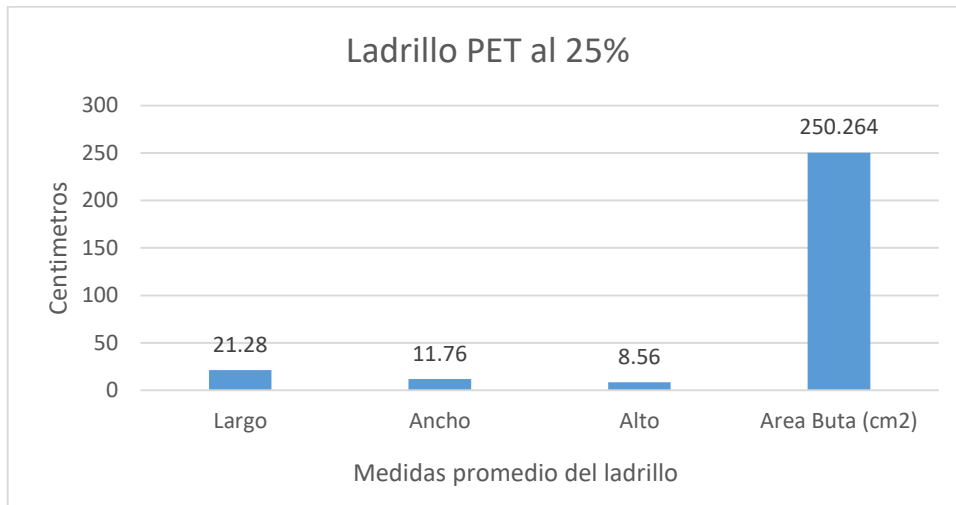


Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación: Las muestras expuestas al ensayo de compresión dan un resultado promedio de 47.5 daN/cm², el cual tampoco cumple con lo establecido con la norma, aunque se ve un gran incremento respecto al ladrillo artesanal.

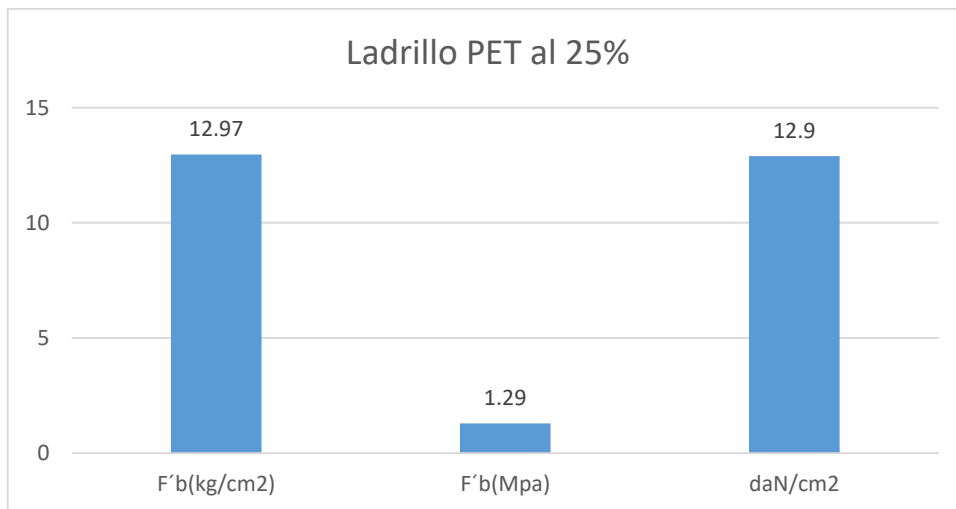
Ladrillo artesanal con 25% del material PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°34).

Figura 14: Medidas promedio del ladrillo PET al 25%



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Figura 15: Resistencia promedio del ladrillo PET al 25%



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación: La resistencia promedio de las 5 muestras de ladrillo con 25% PET no cumple con la resistencia mínima requerida que la norma exige para ser catalogado como ladrillo tipo 1.

Interpretación general del Ensayo de Resistencia a la compresión

Según los resultados promedios de los 3 tipos de ladrillo, ninguno cumple con lo establecido con la norma E 0.70, el cual indica que la resistencia mínima debe ser de 60 daN/cm², sin embargo, se nota un gran incremento de resistencia al ladrillo que se le agrego 15% de agregado PET, otorgando los mejores resultados.

En cuanto al segundo objetivo, determinar el mejor diseño de mezcla para lograr un ladrillo con mejores propiedades físicas y mecánicas, se hicieron los distintos ensayos que están expuestos en el primer resultado, tomando como base dichos valores, se determinó que el ladrillo elaborado con 15% de agregado PET demostró mejores valores en cuanto a los ensayos dimensionamiento y alabeo, absorción, y resistencia de compresión (ver desarrollo del objetivo uno).

El ladrillo elaborado con 15% PET despunta como el mejor tipo ladrillo dentro de los 4 tipos de ladrillo propuestos, aunque tiene ciertas falencias como el que se encuentra en el ensayo de variación dimensional, en cuanto a la altura no logra alcanzar la variación permitida por la norma, quedando por debajo de los valores, y respecto al ensayo de resistencia a la compresión, no logra alcanzar la resistencia mínima requerida, pero fue el ladrillo que demostró mejor resistencia a la compresión.

Como tercer objetivo se tiene determinar el costo - beneficio de un ladrillo elaborado con mortero de material PET respecto del ladrillo artesanal (22x12x9.5) en el distrito de Sullana. Piura 2020. Para este objetivo solo se tomó en cuenta el costo unitario con todos los materiales de su fabricación del ladrillo PET ya que el costo del ladrillo artesanal lo establece la misma empresa.

Mano De Obra

Cuadrilla: Es la cantidad de personas que se requiere para realizar un trabajo o una actividad. Para la elaboración de los ladrillos PET se requiero de 2 peones

$$cantidad = \frac{\# \text{ de obreros} * \text{jornada de trabajo}}{\text{Rendimiento}}$$

$$c = \frac{2 * 8}{80} = 0.2$$

Tabla 07: Materiales

| INSUMOS | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO(s/.) | PRECIO TOTAL |
|--------------|--------|----------|----------------------|--------------|
| Materiales | | | | |
| Arena gruesa | M3 | 0.1152 | 50.00 | 5.76 |
| Agua | M3 | 0.216 | 1.30 | 0.28 |
| Ceniza | M3 | 0.0576 | 25.00 | 1.44 |
| Arcilla | M3 | 0.7488 | 30.00 | 22.46 |
| TOTAL | | | | 29.94 |

Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Para 15%:

$0.7488 \times 15\% = 0.11232$ de plástico

$0.7488 - 0.11232 = 0.63648$ arcilla

Tabla 08: Insumos para ladrillo PET al 15%

| INSUMOS | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO(s/.) | PRECIO TOTAL |
|--------------|--------|----------|----------------------|--------------|
| Materiales | | | | |
| Arena gruesa | M3 | 0.1152 | 50.00 | 5.76 |
| Agua | M3 | 0.216 | 1.30 | 0.28 |
| Ceniza | M3 | 0.0576 | 25.00 | 1.44 |
| Arcilla | M3 | 0.63648 | 30.00 | 19.09 |
| Plástico | M3 | 0.11232 | 1.20 | 0.13 |
| TOTAL | | | | 26.7 |

Fuente: Elaboración propia de los investigadores

PARA 25%

$0.7488 \times 25\% = 0.1872$ plástico

$0.7488 - 0.1872 = 0.5616$ Arcilla

Tabla 09: Insumos para ladrillo PET al 25%

| INSUMOS | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO(s/.) | PRECIO TOTAL |
|--------------|--------|----------|----------------------|--------------|
| Materiales | | | | |
| Arena gruesa | M3 | 0.1152 | 50.00 | 5.76 |
| Agua | M3 | 0.216 | 1.30 | 0.28 |
| Ceniza | M3 | 0.0576 | 25.00 | 1.44 |
| Arcilla | M3 | 0.5616 | 30.00 | 16.85 |
| Plástico | M3 | 0.1872 | 1.20 | 0.22 |
| TOTAL | | | | 24.55 |

Fuente: Elaboración Propia por los investigadores

PARA 50%

$0.7488 \times 50\% = 0.3744$ Plástico

$0.7488 - 0.3744 = 0.3744$ Arcilla

Tabla 10: Insumos para ladrillo PET al 50%

| INSUMOS | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO(s/.) | PRECIO TOTAL |
|--------------|--------|----------|----------------------|--------------|
| Materiales | | | | |
| Arena gruesa | M3 | 0.1152 | 50.00 | 5.76 |
| Agua | M3 | 0.216 | 1.30 | 0.28 |
| Ceniza | M3 | 0.0576 | 25.00 | 1.44 |
| Arcilla | M3 | 0.3744 | 30.00 | 11.23 |
| Plástico | M3 | 0.3744 | 1.20 | 0.45 |
| TOTAL | | | | 19.16 |

Fuente: Elaboración Propia por los investigadores

Interpretación: Como se observa, para la fabricación de 500 ladrillos en los porcentajes al 15% de PET se necesita una cantidad de 0.1152 de arena gruesa, 0.0576 de ceniza, 0.63648 arcilla, 0.11232 de plástico, 25% de PET se necesita una cantidad de 0.1152 de arena gruesa, 0.0576 de ceniza, 0.5616 arcilla, 0.1872 de plástico y 50% de PET, necesito una cantidad de 0.1152 de arena

gruesa, 0.0576 de ceniza, 0.3744 arcilla, 0.3744 de plástico y sus costos unitario del ladrillo elaborado con material PET es menor a comparación de un ladrillo artesanal, cuyo valor oscila entre s/3.00 – s/10 por unidad.

Rendimiento

Tabla 11: Rendimiento

| Dimensiones del ladrillo artesanal | | | Peso Unitario |
|------------------------------------|-------|------|---------------|
| Largo | Ancho | Alto | |
| 22 | 12 | 9.5 | 3KG/UND |

Fuente: Elaboración propia de los investigadores

a) Número de ladrillos a lo largo de la pared

$$\text{Número de ladrillos} = \frac{1}{(0.22+0.015)} = 4.25 \text{ ladrillos}$$

b) Número de ladrillos a lo alto de la pared

$$\text{Número de ladrillos} = \frac{1}{(0.12+0.015)} = 7.41 \text{ ladrillos}$$

c) Número de ladrillos en total de la pared

$$\text{Total} = 4.25 * 7.41 = 31.50 \text{ ladrillos}$$

EN 1m² de pared entran 31.50ladrillos

V. DISCUSIÓN

Respecto al primer objetivo, establecer las propiedades físicas - mecánicas de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E0.70 respecto del ladrillo artesanal, los resultados encontrados en el ladrillo con mortero de material PET al 15%, presentó mejoras en las propiedades físicas y mecánicas tales como: en absorción (21.76%), variación dimensional (2.42% de largo, 1.46% de ancho y 9.37% de altura), alabeo cóncavo mínimo (cara A con 2 mm y cara B con 1.9mm), aunque mejoró en algo su resistencia (47.5 daN/cm²), no se llegó a cumplir con los parámetros de la norma. Mientras con las dosis de 25% y 50% de material PET incluido en mortero no cumplieron con ningún parámetro de las propiedades físicas-mecánicas. También en la investigación de ECHEVARRÍA (2017), donde probó las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo hecho con material PET al 3%, 6% y 9%, los resultados obtenidos fueron que las propiedades físicas y mecánicas no cumplían con lo establecido en la norma, habían vacíos en cuanto a las cantidades establecidas para la absorción, alabeo, etc., pero sin embargo si se encontraba cierta resistencia al agregarse pequeñas dosis de este material, mejorando su resistencia pero no llegaba a los índices establecidos por norma. Así también otra investigación como la de PIÑEROS Y HERRERA (2018) donde realizan también una mezcla para hacer un ladrillo artesanal con mortero de material PET al 19%, 20% y 25% tampoco llegó a cumplirse con los parámetros establecidos en los componentes de la resistencia. Lo único que mejora el material PET es la resistencia, pero a cierta cantidad, ya no a mayores cantidades.

Así mismo según la norma E 0.70 indica que la variación dimensional debe ser $\pm 4\%$ para ladrillos con medidas mayores a 15cm; para el alabeo los valores no deben superar los 10mm; para la absorción el porcentaje máximo debe ser 25%, para la resistencia mínima que debe tener un ladrillo es de 60 daN/cm²; y en los resultados de la presente investigación no la alcanza, por lo tanto ahí se deniega, aceptando la hipótesis h₀ donde no hay aportes positivos en el mortero hecho a base de material PET, por lo que no cumple con los estándares que establece la norma en cuanto a la variación dimensional, alabeo, absorción y resistencia.

Respecto al segundo objetivo, establecer el diseño de mezcla de un ladrillo con mortero de material PET según E0.70 respecto de un ladrillo artesanal, se obtuvieron mejoras en los resultados con el diseño de mezcla del ladrillo de material PET al 15%, el cual demostró buen desempeño en los ensayos de dimensionamiento, alabeo, absorción y resistencia de compresión, mientras que a mayores porcentajes del 25% y 50% disminuían su resistencia. Asimismo, en la investigación de GONZÁLEZ (2016), donde se realizó mezclas al 5%, 10% y 15% de ladrillos con material PET se obtuvieron resultados que no cumplían con los estándares de la norma, sin embargo, al porcentaje del 5% la resistencia no disminuía mucho logrando ser una mezcla adecuada, mientras que al 10% y 15% la resistencia tendía a disminuir en gran proporción. Deduciendo de esta forma que el diseño de mezcla adecuado para la elaboración del ladrillo de material PET se obtiene de adicionar este material en ciertas cantidades no mayores además de obtener mejoras en los ensayos correspondientes a sus propiedades.

Y finalmente para el tercer objetivo, determinar el costo - beneficio de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E0.70 respecto del ladrillo artesanal, en nuestra investigación se realizó un análisis de costo unitario, del ladrillo elaborado con material PET es menor a comparación de un ladrillo artesanal, cuyo valor oscila entre s/3.00 – s/10 por unidad. También se tiene la investigación de PIÑEROS Y HERRERA (2018), donde se realizó un estudio técnico y económico al aplicar agregados PET en bloques para viviendas, logrando así un incremento mínimo para el financiamiento del mencionado proyecto a llevar a cabo en posteriores años.

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que las propiedades físicas y mecánicas del mortero para ladrillo con material PET, solo con mezcla del 15% de éste consigue la propiedad a la resistencia a la compresión (47.5 daN/cm²); mientras que el experimento al 25% y 50% de mezcla con material PET no lograron obtener propiedades físicas -mecánicas según norma.
2. El diseño de mezcla a determinar para un ladrillo con mortero de material PET resultó de experimentar cuatro dosis, una de ellas sin PET, y los tres restantes de 15%, 25%, 50% adicionando PET, siendo el óptimo el elaborado con 15% de agregado PET indicando mejores datos con respecto a los ensayos de variabilidad dimensional, alabeo, absorción y resistencia a la compresión, de esta manera fue el diseño que presentó mayor progreso de los cuatro que se experimentaron.
3. El costo- beneficio de un ladrillo elaborado con mortero de material PET en comparación al ladrillo artesanal se logró determinar mediante un análisis de costo unitario plasmando los materiales de la fabricación del ladrillo PET cuyo valor oscila entre s/3.00 – s/10 por unidad a comparación de un ladrillo artesanal.
4. En general las propiedades físicas y mecánicas de mortero con material PET no cumplieron en algunas cantidades según norma, pero con la mezcla al 15% mejoro su resistencia a la compresión. En el diseño de mezcla si se consiguió una elaboración optima al 15% de agregado de material PET alcanzando un alabeo, absorción en buen estado para el ladrillo con material PET y finalmente en el costo beneficio por precio unitario el ladrillo con material de PET es un ladrillo más barato.

VII. RECOMENDACIONES

Ampliar los estudios del diseño de ladrillos elaborados con mortero de material PET en distintas cantidades, pero ya no con ladrillos artesanales, ya que, por más que la arcilla de la cantera sea de muy alta calidad, este se ve socavado por los errores que puede cometer el encargado de la elaboración de los ladrillos artesanales, caso contrario sucede con los ladrillos maquinados, ya que este elimina el factor del error humano en su elaboración, el cual asegura un mejor cuidado y manejo de cantidades en el diseño de los ladrillos. Emplear el ladrillo artesanal como elemento no estructural debido a las bajas resistencias que resultan en los ensayos realizados.

Usar dosis mínimas de material PET en el diseño de mezcla, estas dosis no deben sobrepasar el 25% del total de la mezcla, ya que el ladrillo mejora sus características cuando el porcentaje de agregado PET es equivalente al 15%, y estos valores empiezan a decaer en cuanto se va agregando más PET, siendo 25% un valor que mejora el ladrillo, pero que sus valores están por debajo de los obtenidos con una mezcla al 15%.

Realizar estudios en cuanto al uso de material PET en la construcción civil porque talvez en la elaboración de ladrillos no pueda dar resultados, pero si en la elaboración de adoquines de concreto de mezclas para mortero o para asentado de ladrillo y otros.

REFERENCIAS

AKINYELE y TORIOLA. The effect of crushed plastics waste on the structural properties of sandcrete blocks. Nigeria: African Journal of Science, Technology, Innovation and Development, 2018. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/10.1080/20421338.2018.1496614>. ISSN: 2042-1338.

AKINYELE; IGNA y ADIGUN. Effect Of Aste Pet On The Structural Properties Of Burnt Bricks. Abeokuta, Nigeria: Department of Civil Engineering, Federal University of Agriculture, 2020. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468227620300399?via%3Dihub>. ISSN: 2468-2276

ALIGHIRI; YASIN; ROHMAWATI y DRASTISIANI. Processing of recycled waste PET (polyethylene terephthalate) plastics bottle into for the lightweight and reinforcement bricks. Indonesia: Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, 2019. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1321/2/022023/pdf>.

ANGUMBA, Pedro. Ladrillos Elaborados Con Plástico Reciclado (Pet), Para Mampostería No Portante. Tesis (Maestría En Construcciones). Cuenca: Universidad de Cuenca, 2016. 80pp. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25297>

AZMI; KHALID; IRAN; MAZEENAN; SHAHIDAN y ZAHIR. Performance Of Composite Sand Cement Brick Containing Recycle Concrete Aggregate And Waste Polyethylene Terephthalate With Different Mix Design Ratio. Malaysia: Faculty of Civil and Environment Engineering, 2018. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/140/1/012129/pdf>
ISSN:140(2018) 012129)

BAENA, Guillermina. Metodología de la Investigación. 3ª ed. México 2017. Disponible en: http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf ISBN: 978-607-744-748-1

CABRERA, Oswaldo y RUALES, Richard. Bases de diseño para la construcción sostenible con mampostería de ladrillo tipo pet; segunda etapa. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Quito: Universidad central del Ecuador, Facultad de Ingeniería, ciencias físicas y matemáticas (2017). 168pp. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/12022>

CAMPOS, Katherine; GOMEZ, Fiorella; MONTERO, María; PANTOJA, Francisco y PASCO, Jorge. Diseño Del Proceso De Producción De Ladrillos Basados En Plástico Reciclado. Piura: Universidad De Piura, Facultad De Ingeniería, 2019. 262pp. Disponible en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4292/PYT_Informe_Final_Proyecto_Ladrillos_PET.pdf?sequence=1&isAllowed=y

COLLADO, Carlos; LUCIO, Pilar y SAMPIERI, Roberto. Metodología de la investigación. Mc Graw-Hill Interamericana, Mexico, D.F.2013.

Disponible: <http://metodos-comunicacion.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/219/2014/04/Hernandez-Sampieri-Cap-1.pdf>

CHAU HAN;BHUSHAN;SHANKAR y Khan . Fabrication and Testing of Plastic Sand Bricks. India : Department of Mechanical Engineering, G.L. Bajaj Institute of Technology &Management,2019. Disponible en : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/691/1/012083/pdf> ISSN: 691 (2019) 012083

DANDEKAR;SURESH y SINGH. Compressive property of newly developed composite material from Polyethylene terephthalate (PET) waste and mild steel poder. India: Cummins College of Engineering for Women,2019. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785319332328?via%3Dihub>.ISSN: 2214-7853.

DEEPAK;VARUN;RANJAN;LLOYD y VIKHYAT. Processing of Waste Plastics into Building Materials Using a Plastic Extruder and Compression Testing of Plastic Bricks. India: Department of Mechanical Engineering,2015. Disponible en: <http://article.sapub.org/10.5923.c.jmea.201502.08.html#Ref>

ECHEVARRIA, Evelyn. Ladrillos De Concreto Con Plástico Pet Reciclado. Tesis (Título De Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional De Cajamarca, Facultad De Ingeniería, 2017. 173pp.

Ecoladrillos: Una propuesta para reducir la acumulación de plástico en Piura. InfoMercado: Piura-Perú, 24 Julio 2019. Disponible en: <https://infomercado.pe/ecoladrillos-una-propuesta-para-reducir-la-acumulacion-de-plastico-en-piura/>

FANBO; YIZHANG y HONGYA. Mix Proportion And Mechanical Properties Of Recycled. China: Shandong Experimental High School,2014. Disponible en: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.919-921.1990>

GAGGINO, Rosana; KREIKER, Jeronimo; MATTIOLI, Denise Y ARGUELLO,Ricardo. Emprendimiento De Fabricación De Ladrillos Con Plastico Reciclado Involucrando Actores Públicos Y Privados. Bell Ville-Cordoba: Centro Experimental De La Vivienda Económica,2015. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/56370>. ISSN: 0328-1337

GAGGINO,Rosana. Salubridad, Sustentabilidad Ecológica Y Costo De Tecnologías Constructivas Para La Vivienda De Interés Social. Resistencia,Argentina: Universidad Nacional del Nordeste,2014. Vol.XVII. ISSN: 1666-6186.

GALAN,Carmen; RIVERA,Carlos y GARCIA;Antonio. Use of Natural-Fiber Bio-Composites in Construction versus Traditional Solutions: Operational and

Embodied Energy Assessment. Sevilla: Institute of Architecture and Construction Science,2016. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/9/6/465>.

GARCIA, Cesar; GARCIA, Maria y VACA, Martha. Resistencia Mecánica De Ladrillos Preparados Con Mezclas De Arcilla Y Lodos Provenientes Del Tratamiento De Aguas Residuales. Bogota,2013. Vol. XVII. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v17n38/v17n38a06.pdf>

GARCIA,Verduch. Efectos Físicos Del Tratamiento De Las Masas Arcillosas Con Vapor De Agua. Madrid: Instituto de Cerámica y Vidrio Arganda del Rey,2013. Disponible en : <http://boletines.secv.es/upload/198322203.pdf>

GE, Zhi; YUE, Hongya y SUN, Renjuan. Properties Of Mortar Produced lth Recycled Clay Brick Aggregate And Pet. China: Department of Transportation Engineering, School of Civil Engineering, Shandong University, Jinan 250061, China,2015. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.05.081>

GONZALES, Roberto. Propiedades Físicas Y Mecánicas De Ladrillos De Concreto Con La Incorporación De Pet En Diferentes Porcentajes. Tesis (Título De Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada Del Norte, Facultad De Ingeniería Civil, 2016. 313pp.

GOMEZ,Cristian. Análisis económico de la implementación de bloques plásticos reciclados en diferentes proyectos de construcción en la ciudad de Villavicencio Tesis (Título de Gerencia de obras). Bogata: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, (2019).117pp. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/24601>

GOMEZ,Erika y GUZMAN,Marcela. Comparación entre las propiedades físicas y mecánicas de los bloques fabricados con viruta de plástico PET y los bloques tradicionales de acuerdo a la norma NTE INEN 3066.Tesis(Título de Ingeniera civil). Quito: Universidad central del Ecuador, Facultad de Ingeniería, ciencias físicas y matemáticas (2019). 157pp. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18759>

GUERRERO, Gustavo; ESPINEL, Edin; SANCHEZ, Heller. Análisis De Temperaturas Durante La Cocción De Ladrillos Macizos Y Sus Propiedades Finales. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José De Caldas,2016. Vol. XXI. ISSN: 0123-921X.

HAQUE y SAZZADUL. Sustainable Use Of Plastic Brick From Waste Pet Plastic Bottle As Building Block In Rohingya Refugee Camp:A Review. Bangladesh: Department of Civil and Environmental Engineering, North South University, Dhaka,2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06843-y>.

HERNADEZ, Roberto, FERNANDO, Carlo y BAPTISTA,Pilar. Metodología de la investigación científica. 6ª ed. México 2014

Disponible en : <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf> ISBN: 978-1-4562-2396-0

HOUSSAME, Limanmi; IMAD, Manssouri; KHALID, Cherkaoui y ASMAE, Khaldoun. Study Of The Suitability Of Unfired Clay Bricks With Polymeric HDPE & PET Wastes Additives As A Construction Material. Morocco: Laboratory of Sustainable Energy Materials, Al Akhawayn University, 2020. Vol. XXVII. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100956>. ISSN: 2352-7102

INFANTE, Josefina y VALDERRAMA, Claudia. Analisis Técnico, Económico Y Medioambiental De La Fabricación De Bloques De Hormigón Con Polietileno Tereftalato Reciclado (Pet). Santiago: Escuela De Construcción Civil, Facultad De Ingeniería, Pontificia Universidad Católica De Chile, 2019. Vol. XXX. ISSN: 0718-0764.

INTINTEC 331.017. Norma Técnica Peruana, Lima, Perú, 2013.

INTINTEC 331.018. Norma Técnica Peruana, Lima, Perú, 2013.

INTINTEC 331.019. Norma Técnica Peruana, Lima, Perú, 2013.

JASSIM, Ahmad. Recycling Of Polyethylene Waste To Produce Plastic Cement. Stellenbosch, South Africa: University Of Basrah, College Of Engineering, Materials Engineering Department, Basrah, Iraq, 2016. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.081>.

KHALID, Faisal; BAZILAH, Nurul y Natasya, Puteri. The mechanical properties of brick containing recycled concrete aggregate and polyethylene. Malaysia: Faculty of Civil and Environmental Engineering. Disponible en : <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183401001>.

Lo que contamina un ladrillo. España: Madrid (09 de julio 2010). Recuperado de: <https://blogs.elpais.com/eco-lab/2010/07/lo-que-contamina-un-ladrillo.html>

Eco ladrillos se alzan como material sustentable de construcción. Chile (17 de febrero 2014). Disponible en: <https://www.dw.com/es/ladrillos-ecol%C3%B3gicos-made-in-argentina/a-41786568>

Ladrillos ecológicos "made in Argentina". Argentina: Córdoba (13 de diciembre 2017). Disponible en: <https://www.dw.com/es/ladrillos-ecol%C3%B3gicos-made-in-argentina/a-41786568>

Ladrillos ecológicos: en pro del medio ambiente. Disponible en : <https://circulotne.com/ladrillos-ecologicos-en-pro-del-medio-ambiente.html>

LIMAMAMI; MANSSOURI; CHERKAOU; KHALDOUN y SAADAOU. Thermal Performance Of Unfired Lightweight Clay Bricks With Hdpe & Pet Waste Plastics Additives. Morocco: Laboratory of Mechanics, Mechatronics, and Command, Team of Electrical Energy, 2020. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101251>

MALDONADO, Andrea; Corvalan, Angele; COHECA, Delia y MONTEIRO, Magna. Setting time of ecological bricks with different percentage PET. Paraguay: Science and Technology Conference, 2017. Vol. MMXVIII. Disponible en : <https://doi.org/10.18502/keg.v3i1.1440>.

MARTINEZ, Alejandro y COTE, Mónica. Diseño Y Fabricación De Ladrillo Reutilizando Materiales A Base De Pet. Santander: Universidad De Santander. Vol.X. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4974825>. ISSN:0122-6517.

MATARAZZO,Francisco. Obtention of soil cement bricks through addition of PET (Polyethylene Terephthalate) wastes. Sao Paulo:Universidade Nove De Julho,2010.

MAURE, José; CANDANEDO, María; MADRID, Jeancarlos y BOLOBOSKY, Marco. Fabricación De Ladrillos A Base De Polímeros Pet Y Virutas Metálicas. Panamá: Universidad Tecnológica De Panama,2018. Vol.IV. Disponible en: <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.0.1816>.

MAZENAN; KHALID; IRWAN,y AYOP. Review Of Recycles Concrete Aggregate And Polyethylene Terephthalate In The Manufacturing Of Brick. Malasia: Department of Structural and Material, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Batu Pahat, Johor,2018.Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/401/1/012033>.

MENDIVIL,Miguel; GOMEZ, Manuel; ALMARAL, Luis y GUADALUPE, Francisca. Metamorphosis in the Porosity of Recycled Concretes Through the Use of a Recycled Polyethylene Terephthalate (PET) Additive. Correlations between the Porous Network and Concrete Properties. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5459097/>

MENDOZA, Nilo. Industria ladrillera mueve al año S/ 1,600 millones, según ALACEP. Gestión:Lima,Perú, 27 septiembre 2017. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/industria-ladrillera-mueve-ano-s-1-600-millones-alacep-144334-noticia/?ref=gesr>

MUÑOZ, Jose; ESPINOSA, Lester y GUEVARA, Rolando. Estudio De La Resistencia Mecánica A La Compresión De Ladrillos Elaborados A Partir De Mezclas Arcilla Roja-Cemento Portland. Lima: Universidad Nacional De Ingeniería,2014. Vol. XXVII. ISSN: 18186742.

NAMUCHE, Luis; FIESTAS, José; GARCIA, Franklin; JIMENEZ, Camilo y MARTINEZ, Roque. Diseño De Una Planta De Fabricación De Ladrillo A Partir De Plástico Reciclado En El Parque Industrial Piura Futura. Piura: Universidad De Piura, Facultad De ingeniería,2019. 146pp.

PALACIOS, FRANK. Estudio Comparativo De Las Propiedades Fisico-Mecánicas Del Ladrillo Artesanal De Las Ciudades De Sullana-Paita-Piura-Morropón. Tesis (Título De Ingeniero Civil). Piura: Universidad Nacional De Piura, Facultad De Ingeniería Civil,2019. 135pp.

PIÑEROS, Miller y HERRERA, Rafael. Proyecto De Factibilidad Económica Para La Fabricación De Bloques Con Agregados De Plástico Reciclado (Pet), Aplicados En La Construcción De Vivienda. Tesis (Trabajo De Grado). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Facultad De Ingeniería,2018. 118pp.

Reglamento Nacional De Edificaciones. Ministerio De Vivienda, Construcción Y Saneamiento, Lima, Perú,2006.

RONAK,Shah; HIMANSHU,Garg; PARTH,Gandhi y RASHMI,Patel. Study Of Plastic Dust Brick Made From Waste Plastic. India: Mukesh Patel School Of Technology Management & Engineering,2017. Vol.V. ISSN: 2320-2092.

ROSER,Bono. Diseños cuasi-experimentales y longitudinales, Barcelona 2012 Disponible en : <http://hdl.handle.net/2445/30783>

SALAH; OLIVIA y ALI. Mechanical And Thermal Properties Of Interlocking Bricks Utilizing Asted Polyethylene Terephthalate,2020. Vol. XIV. Disponible en : <https://doi.org/10.1186/s40069-020-00399-9> .

SALCEDO, Oscar. Sistema De Construcción De Vivienda Sustentable A Base De Tabique De Plástico Reciclado. Toluca,Estado De Mexico: Universidad Autonoma Del Estado De Mexico ,2014. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477947303008>. ISSN: 2007-3615.

Sistema Nacional de Información Ambiental, Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios por departamento. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/indicador/1601>

SORIANO, César, Diagnóstico Nacional del Sector Ladrillero Artesanal. Disponible en: <http://www.redladrilleras.net/assets/files/08f34d2be1d32a80a13a48f2633dd73c.pdf>

TAAFFE; O’SULLIVAN; EKHLASUR y VIKRAM. Experimental Characterisation Of Polyethylene Terephthalate(Pet) Bottle Eco-Bricks. Ireland: Dynamical Systems And Risk Laboratory, Civil And Environmental Engineering, School Of Engineering, University College Cork. Vol.LX. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.03.045>. ISSN: 0264-1275.

VALDIVIA, Rodrigo. Evaluación De Las Características Físico Mecánicas De Ladrillos Tipo IV Compuesto De Arena Gruesa Y De Polímeros Pet En Base A La Norma Técnica E-070. Tesis (Título De Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Andina Del Cusco, 2019. 141pp.

VARGAS, Leonardo y TASCÓN, Edilson. Comparación Estructural, Económica Y Ambiental De Bloques De Mortero Con Botellas Plásticas (Pet) Y Ladrillo Tradicional Macizo De Barro. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, Facultad De Ingeniería,2016. 125pp

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de variables

| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA |
|---|--|---|---|---|---------|
| LADRILLO ELABORADO CON BOTELLAS PLÁSTICAS | Utilización de las escamas de PET[...] como insumos principales en la fabricación de un ladrillo comercial. Este material es una nueva alternativa para producir ladrillos de construcción que podrían competir con los ladrillos usados normalmente en el sector de la construcción. (Martínez y Cote, 2014, p. 77) | unidad de albañilería crudo; elaborado a base de mortero (cemento, arena y plástico triturado), en cuya composición reemplaza al agregado fino que el ladrillo artesanal emplea; posibilitando así el reciclaje y la reutilización de estos desechos además de no requerir de un proceso de cocción para adquirir sus propiedades físicas y mecánicas | Propiedades Física y Mecánica del ladrillo artesanal. | Propiedades de resistencia y compresión. | NOMINAL |
| | | | Diseño de mezcla. | Porcentaje PET en el diseño de mezcla del ladrillo. | NOMINAL |
| | | | Costo Beneficio. | Presupuesto a precios unitarios. | RAZÓN |
| LADRILLO ARTESANAL | Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. 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. (Norma E. 070, 2006, p. 297) | Unidad de albañilería, generalmente compuesto por arcilla y arena que sometido a un proceso de cocción a altas temperaturas adquiere sus propiedades físicas y mecánicas. | Propiedades Física y Mecánica del ladrillo artesanal. | Propiedades de resistencia y compresión. | NOMINAL |
| | | | Costo Beneficio. | Presupuesto a precios unitarios. | RAZÓN |

FUENTE: Elaboración propia de los autores

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

Ensayo de Resistencia a la Compresión



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

| ENSAYO EN LADRILLO DE ARCILLA NTP 318.018 | |
|---|----------------------------|
| PROYECTO: | REGISTRO N°: PÁGINA N°: |
| SOLICITA: | FECHA: |
| UBICACIÓN: | |

TABLA N°01 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

| IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN | L | A | H | AREA (cm ²) |
|-----------------------------|---|---|---|-------------------------|
| | | | | BRUTA |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| PROMEDIO | | | | |

TABLA N°02 COMPRESIÓN DE UNIDADES

| IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN | P max (Kg) | f'b (kg/cm ²) | f'b (MPA) |
|-----------------------------|---------------|---------------------------|-----------|
| | | BRUTA | |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| PROMEDIO | | | |

(Fuente: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

Ensayo de Absorción



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE ABSORCIÓN

(NORMA E 0.70)

PROYECTO:

TESISTA :

LUGAR :

UNIDAD :

| $A = ((P_{abs} - P_{sec}) \times 100) / P_{sec}$ ABSORCIÓN EN LADRILLOS | | | | | | | |
|--|----------|------|-----------|---------------------------|----------|------|-----------|
| LADRILLO DE ARCILLA | | | | LADRILLO DE POLIPROPILENO | | | |
| MUESTRA | Psec | Pabs | ABSORBIDO | MUESTRA | Psec | Pabs | ABSORBIDO |
| | Gr | | % | | Gr | | % |
| 1 | | | | 1 | | | |
| 2 | | | | 2 | | | |
| 3 | | | | 3 | | | |
| 4 | | | | 4 | | | |
| 5 | | | | 5 | | | |
| | | | | | | | |
| | Promedio | | | | Promedio | | |

(Fuente: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

Anexo 3: Complemento de los capítulos

Anexo del capítulo 3:



FOTO N°01: Se observa el material de donde se extraerá para la elaboración de los ladrillos, en la mezcla emplean la arcilla, agua y la ceniza con el fin de disminuir la plasticidad.



FOTO N°02: Se observa el material para la mezcla de manera manual, ayudándose de herramientas manuales.



FOTO N°03: En la imagen se presenta al tesista Carrasco recolectando el material para determinar los pesos.



FOTO N°04: Se observa el material triturado escamas de PET y con la ayuda del señor encargado de dicha cantera amasando la mezcla previa al moldeo.



FOTO N°05: Se observa al tesista Avilés tomando las dimensiones del molde de dimensiones 22x12x9.5(cm)



FOTO N°06: Se observa que las muestras se colocan a la intemperie para su secado durante 7 días, aprovechando la energía natural que el sol brinda, para lograr un secado uniforme.



FOTON°06: Se observa la mezcla al 50% de material PET a la intemperie para su secado.



FOTO N°07: Se observa al tesista Avilés en el proceso del secado, posteriormente los ladrillos serán llevados a los hornos para su cocción.



FIGURA N°08:

FOTO N°08: Se observa al tesista Carrasco en el proceso del llenado del horno sus medidas del horno son de 3x3m



FOTO N°09: Se observa los materiales que se emplearan para el llenado del horno



FOTO N°10: Como se observa en la figura tenemos el quemado de los ladrillos en el horno el tiempo de quemado son entre 10 a 14 días y el tiempo de enfriamiento es de 4 días.



FOTO N°11: Como se observa al tesista Carrasco en la conclusión del periodo del quemado, los ladrillos con porcentaje de 15% y 25% se salieron en un buen estado a la comparación del ladrillo al 50%.



FOTO N°12: Se observa que el ladrillo al 50% no logro estar en un buen estado por ende dificultara hacer los ensayos propuestos.

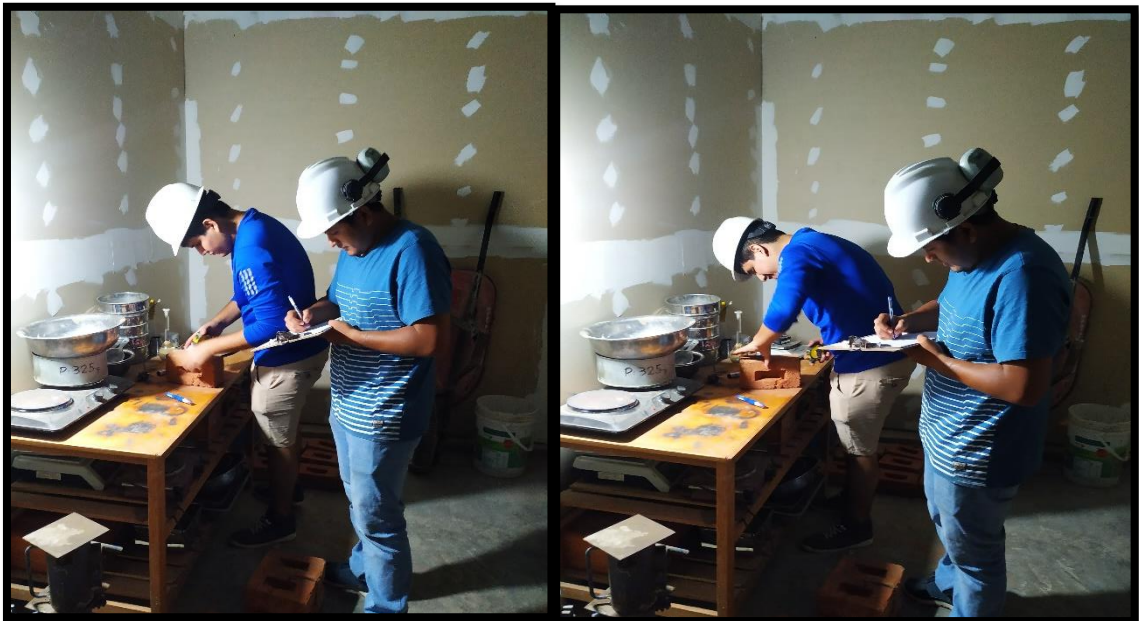


FOTO N°13: En la siguiente foto se observa a los tesisistas en la elaboración del ensayo de variabilidad dimensional.



FOTO N°14: En esta fotografía se observa a los tesistas realizando el ensayo de Alabeo donde consiste en identificar si este posee incongruencias como curvaturas, ya sean cóncavas o convexas.



FOTO N°15: Se muestra los ladrillos artesanales con plástico triturado sumergidos en agua para determinar el ensayo de absorción, así como el ensayo de compresión.



FOTO N°16: Se muestra el resultado del peso del ladrillo artesanal con plástico triturado para llevar a cabo el ensayo de compresión.



FOTO N°17: Como se observa los tesistas Avilés y Carrasco elaborando la mezcla de cemento, yeso y agua colocando una superficie en ambas capas para llevar a cabo el ensayo de compresión.



FOTO N°18: Se observa que el ladrillo contiene la superficie en ambas caras



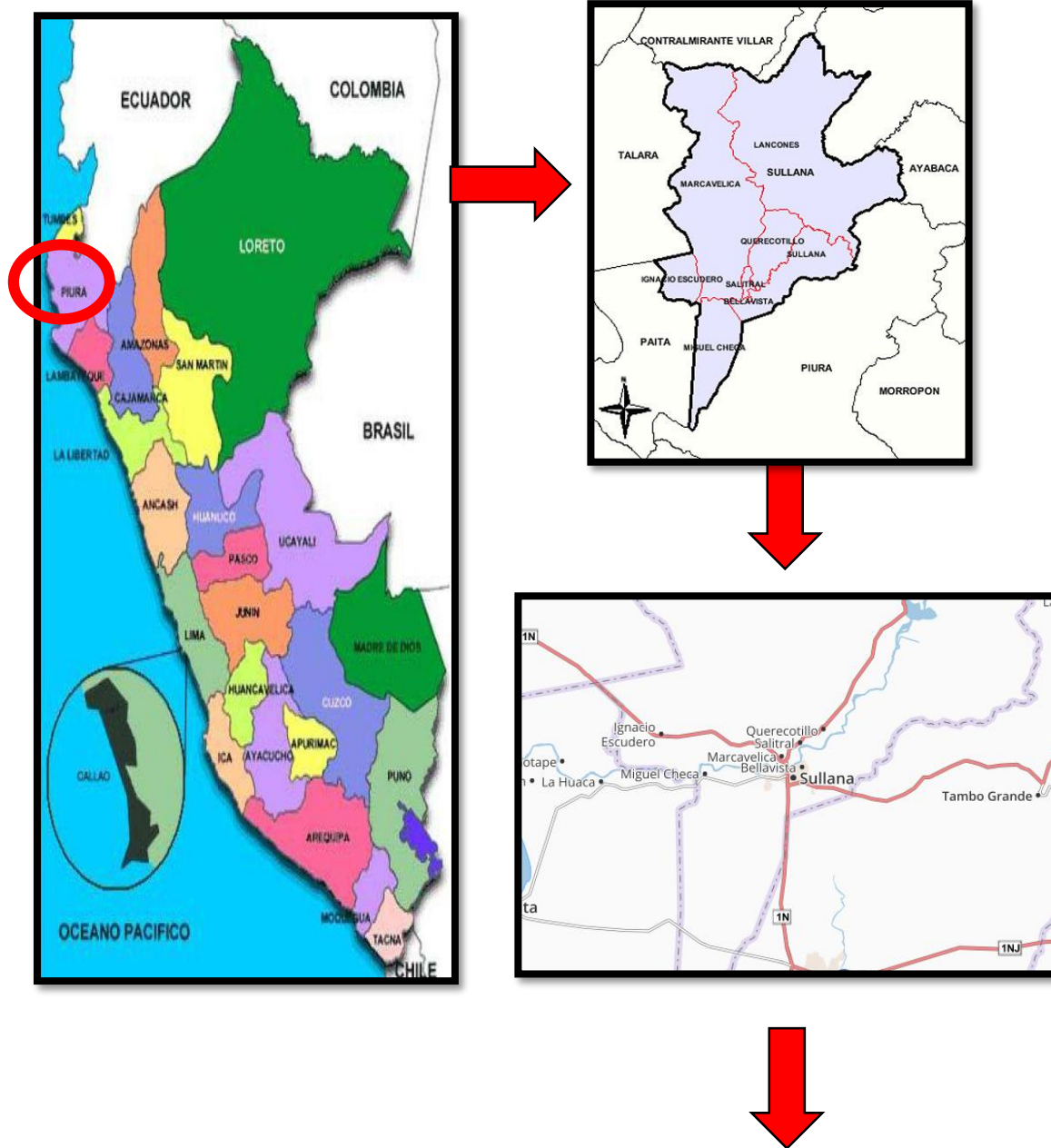
FOTO N°19: Como se observa en la foto se hace el ensayo de compresión las cuales solo el ladrillo con 15% PET despunta como el mejor tipo ladrillo dentro de los 4 tipos de ladrillo propuestos.



FOTO N°20: Como se observa se realiza el ensayo a la compresión con las muestras del 15% y 25%.

Anexo del capítulo 4

FOTO N°21: Ubicación de la cantera.







ITLO

ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
CARRETERAS
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES



Proyecto : BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA PIURA 2020.

Solicitante : AVILES GARRAGATE NESTOR ANDRE
CARRASCO ARRIETA ROLY BARES!

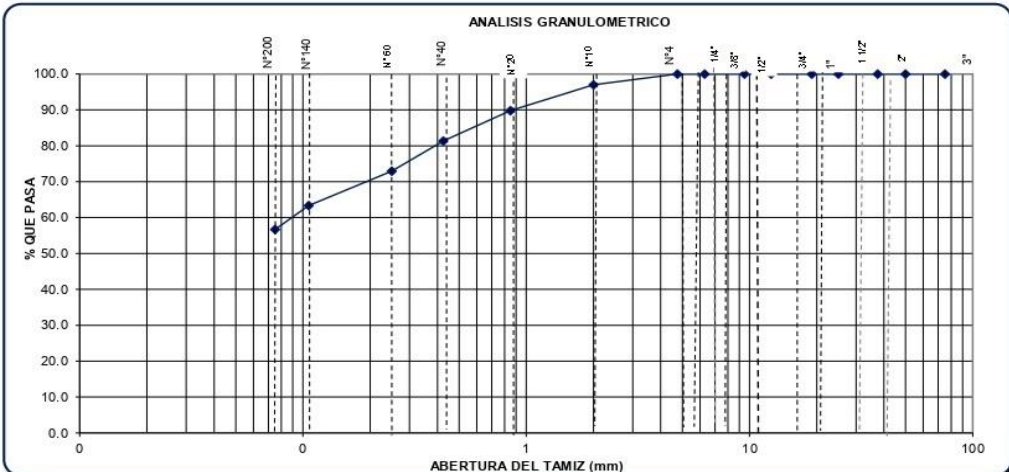
Ubicación : SULLANA- PIURA- PIURA

Orden de Servicio : 000-2020
Fecha de Ensayo : 15/10/2020

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128)

Cantera : Ldrillera Querecotillo
Muestra : M-1
Ubicación : Querecotillo - Sullana

| TAMICES ASTM | ABERTURA (mm.) | PESO RETENIDO (gr.) | PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%) | PORCENTAJE ACUMULADO | | | DESCRIPCION DE LA MUESTRA | |
|--------------|----------------|---------------------|---------------------------------|----------------------|--------------|------|-----------------------------|----------|
| | | | | RETENIDO (%) | QUE PASA (%) | | | |
| | | | | | | | PESO INICIAL (gr) | 4,218.00 |
| | | | | | | | PESO SECO (gr) | 3,994.32 |
| | | | | | | | PORCION DE FINOS (gr) | 166.20 |
| | | | | | | | % DE HUMEDAD | 8.70 |
| | | | | | | | TAMAÑO MAXIMO | 2 mm |
| | | | | | | | % DE GRAVA | 0.0 |
| | | | | | | | % DE ARENA | 43.3 |
| | | | | | | | % PASANTE N° 200 | 56.7 |
| | | | | | | | L.L. | 25.20 |
| | | | | | | | L.P. | 13.00 |
| | | | | | | | I.P. | 12.20 |
| | | | | | | | CLASIFIC. SUCS | CL |
| | | | | | | | CLASIFIC. AASHTO | A-6 (7) |
| | | | | | | | D10 | 0.074 |
| | | | | | | | C _u | 5.865 |
| | | | | | | | D30 | 0.074 |
| | | | | | | | C _c | - |
| | | | | | | | D60 | 0.434 |
| | | | | | | | OBSERVACIONES: | |
| | | | | | | | Arcilla de baja plasticidad | |
| | 10 | 2.00 | 5.00 | 3.0 | 3.0 | 97.0 | | |
| | 20 | 0.850 | 12.00 | 7.2 | 10.2 | 89.8 | | |
| | 40 | 0.425 | 14.00 | 8.4 | 18.7 | 81.3 | | |
| | 60 | 0.250 | 14.00 | 8.4 | 27.1 | 72.9 | | |
| | 140 | 0.106 | 15.90 | 9.6 | 36.6 | 63.4 | | |
| | 200 | 0.075 | 11.10 | 6.7 | 43.3 | 56.7 | | |
| | BANDEJA | | 94.2 | 56.7 | 100.0 | | | |



CERTIFICADO : ITLO-ESP-003-2020

TÉCNICO RESPONSABLE : G.J.O.

ING. RESPONSABLE : G.C.A.P




GERARDO JIMÉNEZ OROZCO
 TÉCNICO DE ENSAYOS DE MATERIALES


CÉSAR QUIRICO ALMARAZ PESALTA
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 187769

FOTO N°22: Clasificación del suelo.



ITLO

- ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES, CARRETERAS
- DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
- ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
- CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES



| | |
|----------------------|--|
| Proyecto : | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020. |
| Solicitante : | AVILES GARRAGATE NESTOR ANDRE |
| Ubicación : | SULLANA- PIURA- PIURA |

Orden de Servicio : 0000-2020
 Fecha de Ensayo : 15/04/2020

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO TOTAL DE HUMEDAD DE UN SUELO
 (NTP 339.127)

Cantera : Ldrillera Querecotillo
Muestra : M-1
Ubicación : Querecotillo - Sullana

| IDENTIFICACION | Muestra | PROFUNDIDAD (m) | PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr) | PESO SUELO SECO + TARA (gr) | PESO TARA (gr) | PESO AGUA (gr) | PESO SUELO SECO (gr) | % DE HUMEDAD |
|----------------|---------|-----------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------------|--------------|
| Calicata -1 | M - 1 | 0.25 - 1.48 | 225.00 | 207.00 | 0.00 | 18.00 | 207.00 | 8.7 |
| | | | | ADO: ITLO-ESP | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| | | | |
|--------------------------------|--|--|--|
| CERTIFICADO: ITLO-ESP-002-2020 | | | |
| TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O. | | | |
| ING. RESPONSABLE: G.C.A.P | | | |

FOTO N°23: Contenido de humedad.



ITLO

ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
GARRETERAS
• DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
• ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
• CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS
CIVILES



Proyecto : BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020.

Solicitante : AVILES GARRAGATE NESTOR ANDRE

Ubicación : SULLANA- PIURA- PIURA

Orden de Servicio : 0000-2020

Fecha de Ensayo : 15/01/2020

MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Cantera : Ldrillera Querecotillo

Muestra : M-1

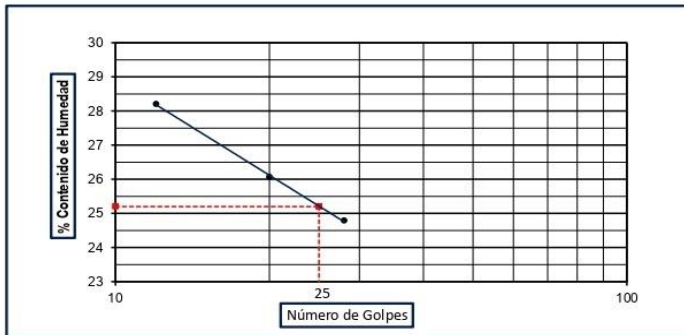
Ubicación : Querecotillo - Sullana

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)

| N° | MUESTRA | 1 | 2 | 3 |
|----|--------------------------------|-------|-------|-------|
| 1 | Tara N° | A-3 | B-2 | A-2 |
| 2 | Peso de la Tara grs. | 10.30 | 9.70 | 9.40 |
| 3 | Peso Suelo Húmeso + Tara grs. | 32.20 | 36.30 | 34.40 |
| 4 | Peso Suelo Seco + Tara grs. | 27.85 | 30.80 | 28.90 |
| 5 | Peso del Agua (3) - (4) grs. | 4.35 | 5.50 | 5.50 |
| 6 | Peso Suelo Seco (4) - (2) grs. | 17.55 | 21.10 | 19.50 |
| 7 | Humedad (5) / (6) x 100 % | 24.8 | 26.1 | 28.2 |
| 8 | N°. De Golpes | 28 | 20 | 12 |

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (NTP 339.129)

| N° | MUESTRA | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------------|--------------------------------|-------|-------|---|---|
| 1 | Tara N° | T-2 | A-2 | | |
| 2 | Peso de la Tara grs. | 9.70 | 9.90 | | |
| 3 | Peso Suelo Húmeso + Tara grs. | 15.10 | 16.60 | | |
| 4 | Peso Suelo Seco + Tara grs. | 14.50 | 15.80 | | |
| 5 | Peso del Agua (3) - (4) grs. | 0.60 | 0.80 | | |
| 6 | Peso Suelo Seco (4) - (2) grs. | 4.80 | 5.90 | | |
| 7 | Humedad (5) / (6) x 100 % | 12.50 | 13.56 | | |
| Promedio de Limite Plástico : | | 13 | | | |



RESULTADOS:

LIMITE LIQUIDO 25.20
LIMITE PLASTICO 13.00
INDICE DE PLASTICIDAD 12.20

CERTIFICADO: ITLO-ESP-004-2020

TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O.

ING. RESPONSABLE: G.C.A.P



Gerardo Jiménez Orozco
GERARDO JIMÉNEZ OROZCO
TÉCNICO DE ENSAYOS
DE MATERIALES

Gesar Giancarlo Albestar
GESAR GIANCARLO ALBESTAR
PERALTA
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 189769

FOTO N°24: Resultados del Límite líquido, Limite plástico y Índice de plasticidad .



ITLO
 • ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
 CARRETERAS
 • DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
 • ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
 • CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS
 CIVILES



| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGÚN E 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARESI |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

$$\%V = \frac{DN-LF}{DN} * 100$$

DN=

| | | |
|-----|----|-----|
| L | H | A |
| 220 | 95 | 120 |

LADRILLO DE ARCILLA

| MUESTRA | L(mm) | | | | L PROM. | V.D.% | H(mm) | | | | H PROM. | V.D % | A(mm) | | | | A PROM. | V.D. % |
|---------|-------|-----|-----|-----|----------|-------|-------|----|----|----|----------|-------|-------|-----|-----|-----|----------|--------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 210 | 210 | 210 | 212 | 210.5 | 4.32 | 85 | 85 | 81 | 84 | 83.75 | 11.84 | 110 | 115 | 115 | 117 | 114.25 | 4.79 |
| 2 | 205 | 206 | 200 | 199 | 202.5 | 7.95 | 80 | 85 | 81 | 84 | 82.5 | 13.16 | 113 | 113 | 116 | 110 | 113 | 5.83 |
| 3 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 4.55 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 15.79 | 119 | 118 | 120 | 119 | 119 | 0.83 |
| 4 | 209 | 209 | 209 | 209 | 209 | 5.00 | 82 | 85 | 83 | 86 | 84 | 11.58 | 115 | 115 | 115 | 120 | 116.25 | 3.13 |
| 5 | 210 | 210 | 208 | 210 | 209.5 | 4.77 | 77 | 83 | 89 | 84 | 83.25 | 12.37 | 115 | 115 | 115 | 119 | 116 | 3.33 |
| 6 | 209 | 209 | 205 | 206 | 207.25 | 5.80 | 80 | 80 | 82 | 80 | 80.5 | 15.26 | 110 | 113 | 115 | 115 | 113.25 | 5.63 |
| 7 | 207 | 208 | 207 | 205 | 206.75 | 6.02 | 84 | 84 | 82 | 82 | 83 | 12.63 | 115 | 116 | 120 | 116 | 116.75 | 2.71 |
| 8 | 210 | 212 | 210 | 210 | 210.5 | 4.32 | 85 | 85 | 81 | 84 | 83.75 | 11.84 | 110 | 115 | 115 | 117 | 114.25 | 4.79 |
| 9 | 206 | 207 | 204 | 210 | 206.75 | 6.02 | 83 | 85 | 83 | 86 | 84.25 | 11.32 | 115 | 115 | 115 | 120 | 116.25 | 3.13 |
| 10 | 212 | 214 | 213 | 214 | 213.25 | 3.07 | 80 | 83 | 89 | 84 | 84 | 11.58 | 118 | 117 | 115 | 114 | 116 | 3.33 |
| | | | | | Promedio | 5.182 | | | | | Promedio | 12.74 | | | | | Promedio | 3.75 |

CERTIFICADO: ITLO-ESP-005-2020

TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O.

ING. RESPONSABLE: G.C.A.P



Gerardo Jimenez Orozco
 GERARDO JIMENEZ OROZCO
 TÉCNICO DE ENSAYOS
 DE MATERIALES

Cesar Giménez Almaraz
 CESAR GIMENEZ ALMARAZ
 PERALTA
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 183769

FOTO N°25: Ensayo de variabilidad dimensional del ladrillo artesanal.



ITLO
 .ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
 CARRETERAS
 • DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
 • ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
 • CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS
 CIVILES



| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGUN E 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARESÍ |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

$$\%V = \frac{DN-LF}{DN} * 100$$

| | | | |
|-----|-----|----|-----|
| DN= | L | H | A |
| | 220 | 95 | 120 |

LADRILLO TEREFTALATO DE POLIETILENO AL 15%

| MUESTRA | L(mm) | | | | L PROM. | V.D.% | H(mm) | | | | H PROM. | V.D % | A(mm) | | | | A PROM. | V.D. % |
|---------|-------|-----|-----|-----|------------|-------|-------|----|----|----|------------|-------|-------|-----|-----|-----|------------|-----------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 213 | 215 | 216 | 214 | 214.5 | 2.50 | 83 | 81 | 84 | 82 | 82.5 | 13.16 | 117 | 118 | 118 | 119 | 118 | 1.67 |
| 2 | 214 | 218 | 216 | 214 | 215.5 | 2.05 | 83 | 80 | 84 | 85 | 83 | 12.63 | 117 | 118 | 118 | 119 | 118 | 1.67 |
| 3 | 213 | 215 | 215 | 213 | 214 | 2.73 | 86 | 85 | 85 | 87 | 85.75 | 9.74 | 117 | 115 | 120 | 120 | 118 | 1.67 |
| 4 | 215 | 217 | 214 | 213 | 214.75 | 2.39 | 85 | 87 | 86 | 84 | 85.5 | 10.00 | 118 | 120 | 117 | 118 | 118.25 | 1.46 |
| 5 | 214 | 213 | 215 | 213 | 213.75 | 2.84 | 90 | 89 | 89 | 88 | 89 | 6.32 | 118 | 118 | 120 | 120 | 119 | 0.83 |
| 6 | 217 | 214 | 217 | 215 | 215.75 | 1.93 | 84 | 87 | 85 | 90 | 86.5 | 8.95 | 117 | 118 | 119 | 116 | 117.5 | 2.08 |
| 7 | 215 | 216 | 217 | 215 | 215.75 | 1.93 | 89 | 88 | 87 | 90 | 88.5 | 6.84 | 119 | 117 | 118 | 120 | 118.5 | 1.25 |
| 8 | 213 | 215 | 215 | 213 | 214 | 2.73 | 86 | 85 | 85 | 87 | 85.75 | 9.74 | 117 | 115 | 120 | 120 | 118 | 1.67 |
| 9 | 214 | 213 | 215 | 213 | 213.75 | 2.84 | 90 | 89 | 89 | 88 | 89 | 6.32 | 118 | 118 | 120 | 120 | 119 | 0.83 |
| 10 | 215 | 217 | 215 | 213 | 215 | 2.27 | 85 | 87 | 86 | 84 | 85.5 | 10.00 | 118 | 120 | 117 | 118 | 118.25 | 1.46 |
| | | | | | Promedio | 2.42 | | | | | | 9.37 | | | | | | 1.46 |

CERTIFICADO: ITLO-ESP-006-2020

TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O.

ING. RESPONSABLE: G.C.A.P



Gerardo Jiménez Orozco
 GERARDO JIMENEZ OROZCO
 TÉCNICO DE ENSAYOS
 DE MATERIALES

Cesar Giancarlo Albestar Peracta
 CESAR GIANCARLO ALBESTAR
 PERACTA
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 163769

FOTO N°26: Ensayo de variabilidad dimensional del ladrillo PET al 15%.



ITLO
 ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
 CARRETERAS
 DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
 ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
 CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS
 CIVILES



| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGÚN E 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARESÍ |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

| | | | |
|-----|-----|----|-----|
| | L | H | A |
| DN= | 220 | 95 | 120 |

$$\%V = \frac{DN-LF}{DN} * 100$$

LADRILLO TEREFTALATO DE POLIETILENO AL 25%

| MUESTRA | L(mm) | | | | L PROM. | V.D.% | H(mm) | | | | H PROM. | V.D % | A(mm) | | | | A PROM. | V.D. % |
|---------|-------|-----|-----|-----|---------|-------|-------|----|----|----|---------|-------|-------|-----|-----|-----|---------|--------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 211 | 211 | 212 | 214 | 212 | 3.64 | 84 | 80 | 85 | 84 | 83.25 | 12.37 | 115 | 114 | 120 | 120 | 117.25 | 2.292 |
| 2 | 210 | 211 | 211 | 211 | 210.75 | 4.20 | 83 | 80 | 87 | 82 | 83 | 12.63 | 115 | 114 | 116 | 116 | 115.25 | 3.958 |
| 3 | 210 | 211 | 215 | 210 | 211.5 | 3.86 | 81 | 84 | 86 | 87 | 84.5 | 11.05 | 118 | 118 | 119 | 127 | 120.5 | -0.417 |
| 4 | 214 | 211 | 210 | 214 | 212.25 | 3.52 | 83 | 80 | 85 | 85 | 83.25 | 12.37 | 115 | 114 | 116 | 118 | 115.75 | 3.542 |
| 5 | 215 | 214 | 216 | 220 | 216.25 | 1.70 | 84 | 84 | 85 | 85 | 84.5 | 11.05 | 117 | 117 | 120 | 120 | 118.5 | 1.250 |
| 6 | 215 | 214 | 214 | 216 | 214.75 | 2.39 | 83 | 84 | 85 | 85 | 84.25 | 11.32 | 115 | 116 | 118 | 119 | 117 | 2.500 |
| 7 | 214 | 214 | 210 | 210 | 212 | 3.64 | 84 | 86 | 86 | 85 | 85.25 | 10.26 | 117 | 117 | 118 | 120 | 118 | 1.667 |
| 8 | 214 | 214 | 210 | 212 | 212.5 | 3.41 | 84 | 82 | 85 | 84 | 83.75 | 11.84 | 117 | 114 | 120 | 120 | 117.75 | 1.875 |
| 9 | 210 | 211 | 211 | 214 | 211.5 | 3.86 | 84 | 80 | 87 | 88 | 84.75 | 10.79 | 115 | 114 | 115 | 117 | 115.25 | 3.958 |
| 10 | 214 | 216 | 210 | 214 | 213.5 | 2.95 | 84 | 87 | 85 | 85 | 85.25 | 10.26 | 115 | 116 | 116 | 116 | 115.75 | 3.542 |
| | | | | | | 3.318 | | | | | | 11.39 | | | | | | 2.42 |

CERTIFICADO: ITLO-ESP-007-2020

TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O.

ING. RESPONSABLE: G.C.A.P



Gerardo Jiménez Orozco
 GERARDO JIMÉNEZ OROZCO
 TÉCNICO DE ENSAYOS
 DE MATERIALES

Cesar Giancarlo Almaraz Peralta
 CESAR GIANCARLO ALMARAZ
 PERALTA
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 183769

FOTO N°27: Ensayo de variabilidad dimensional del ladrillo PET al 25%.



ITLO
 - ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
 CARRETERAS
 • DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
 • ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
 • CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS
 CIVILES



| | |
|-----------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGÚN E 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARES I |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

| LADRILLO DE ARCILLA | | | | |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|
| MUESTRA | CARA A | | CARA B | |
| | CONCAVO | CONVEXO | CONCAVO | CONVEXO |
| | Mm | | Mm | |
| 1 | 2 | - | 2 | - |
| 2 | 1 | - | 3 | - |
| 3 | 2 | - | 2 | - |
| 4 | 1 | - | 2 | - |
| 5 | 3 | - | 3 | - |
| 6 | 2 | - | 1 | - |
| 7 | 1 | - | 3 | - |
| 8 | 1 | - | 1 | - |
| 9 | 3 | - | 2 | - |
| 10 | 2 | - | 1 | - |
| PROMEDIO | 1.8 | - | 2 | - |




| | | |
|--------------------------------|--|---|
| CERTIFICADO: ITLO-ESP-008-2020 |   GERARDO JIMENEZ OROZCO TÉCNICO DE ENSAYOS DE MATERIALES |  CESAR CHAURICO ALMARAZ PISACATA INGENIERO GEOLOGO Reg. CIP N° 169769 |
| TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O. | | |
| ING. RESPONSABLE: G.C.A.P | | |

FOTO N°28: Ensayo de Alabeo del ladrillo artesanal.



ITLO

- ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
- CARRETERAS
- DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
- ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
- CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES



| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGÚN É 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARESÍ |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

| LADRILLO DE PET AL 15% | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|
| MUESTRA | CARA A | | CARA B | |
| | CONCAVO | CONVEXO | CONCAVO | CONVEXO |
| | Mm | | Mm | |
| 1 | 1 | - | 1 | - |
| 2 | 2 | - | 2 | - |
| 3 | 1 | - | 3 | - |
| 4 | 4 | - | 3 | - |
| 5 | 1 | - | 1 | - |
| 6 | 2 | - | 2 | - |
| 7 | 3 | - | 3 | - |
| 8 | 2 | - | 2 | - |
| 9 | 1 | - | 1 | - |
| 10 | 3 | - | 1 | - |
| PROMEDIO | 2 | - | 1.9 | - |

CERTIFICADO: ITLO-ESP-009-2020

TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O.

ING. RESPONSABLE: G.C.A.P



Gerardo Jimenez Orozco
GERARDO JIMENEZ OROZCO
TÉCNICO DE ENSAYOS
DE MATERIALES

Cesar Ovarado Albestar
CESAR OVARADO ALBESTAR
PERALTA
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 163769

FOTO N°29: Ensayo de Alabeo del ladrillo PET al 15%.



ITLO
 ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
 CARRETERAS
 • DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
 • ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
 • CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS
 CIVILES



| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGÚN É 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARESÍ |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

| LADRILLO DE PET al 25% | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|
| MUESTRA | CARA A | | CARA B | |
| | CONCAVO | CONVEXO | CONCAVO | CONVEXO |
| | Mm | | Mm | |
| 1 | 4 | - | 2 | - |
| 2 | 3 | - | 1 | - |
| 3 | 1 | - | 5 | - |
| 4 | 5 | - | 2 | - |
| 5 | 2 | - | 2 | - |
| 6 | 5 | - | 1 | - |
| 7 | 3 | - | 4 | - |
| 8 | 3 | - | 2 | - |
| 9 | 1 | - | 4 | - |
| 10 | 2 | - | 1 | - |
| PROMEDIO | 2.9 | - | 2.4 | - |

| | | |
|--------------------------------|--|--|
| CERTIFICADO: ITLO-ESP-010-2020 |   GERARDO JIMENEZ OROZCO TÉCNICO DE ENSAYOS DE MATERIALES |  CESAR OQUENDO ALBESTAN PEGACIA INGENIERO GEOLOGO Reg. CIP N° 183769 |
| TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O. | | |
| ING. RESPONSABLE: G.C.A.P | | |

FOTO N°30: Ensayo de Alabeo del ladrillo PET al 25%.



ITLO

.ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
CARRETERAS
• DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
• ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
• CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS
CIVILES



| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGÚN E 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARESÍ |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

ABSORCIÓN

| LADRILLO DE ARCILLA | | | |
|---------------------|--------|--------|-----------|
| MUESTRA | P seco | P abs | Absorbido |
| | Gr | | % |
| 1 | 2632.8 | 3294.8 | 25.14 |
| 2 | 2596.9 | 3254.9 | 25.34 |
| 3 | 2439.7 | 3083.2 | 26.38 |
| 4 | 2653.8 | 3321.5 | 25.16 |
| 5 | 2405.1 | 3190.4 | 32.65 |
| Promedio | | | 26.93 |

| LADRILLO DE PET AL 15% | | | |
|------------------------|--------|--------|-----------|
| MUESTRA | P seco | P abs | Absorbido |
| | Gr | | % |
| 1 | 2190.3 | 2708.7 | 23.67 |
| 2 | 2265.8 | 2729.2 | 20.45 |
| 3 | 2220 | 2064.9 | 17.34 |
| 4 | 2200.2 | 2790.4 | 26.82 |
| 5 | 2301.9 | 2774.6 | 20.54 |
| Promedio | | | 21.76 |

| LADRILLO DE PET AL 25% | | | |
|------------------------|--------|--------|-----------|
| MUESTRA | P seco | P abs | Absorbido |
| | Gr | | % |
| 1 | 2250.9 | 2903.6 | 29.00 |
| 2 | 2236.2 | 2880.5 | 28.81 |
| 3 | 2262.1 | 2921.3 | 29.14 |
| 4 | 2240.6 | 2963.2 | 32.25 |
| 5 | 2256.1 | 2894.2 | 28.28 |
| Promedio | | | 29.50 |

CERTIFICADO: ITLO-ESP-011 -2020
 TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O.
 ING. RESPONSABLE: G.C.A.P



Gerardo Jimenez Orozco
 GERARDO JIMENEZ OROZCO
 TÉCNICO DE ENSAYOS
 DE MATERIALES

Cesar Omar Almaraz
 CESAR OMAR ALMARAZ
 PERALTA
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 183789

FOTO N°31: Ensayo de absorción del ladrillo artesanal, ladrillo PET al 15% y ladrillo PET al 25%.



ITLO

ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
CARRETERAS
• DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
• ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
• CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS
CIVILES



| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGÚN E 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARESÍ |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

TABLA N°01 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

| IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN | DIMENSIONES (cm) | | | AREA(cm ²) |
|-----------------------------|------------------|-------|------|------------------------|
| | L | A | H | BRUTA |
| 1 | 21 | 11.50 | 8.5 | 241.50 |
| 2 | 20.5 | 11.2 | 8.4 | 229.60 |
| 3 | 21 | 12 | 8.30 | 249.9 |
| 4 | 20.9 | 11.5 | 8.2 | 240.35 |
| 5 | 21 | 11.1 | 7.7 | 233.1 |
| PROMEDIO | 20.88 | 11.46 | 8.26 | 239 |

TABLA N°02 COMPRESION EN UNIDADES

| IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN | P max (kg) | F'b(kg/cm ²) | F'b(Mpa) |
|-----------------------------|------------|--------------------------|----------|
| | | BRUTA | |
| 1 | 5467 | 22.64 | 2.22 |
| 2 | 5814 | 25.32 | 2.48 |
| 3 | 7874 | 31.25 | 3.06 |
| 4 | 6000 | 24.96 | 2.45 |
| 5 | 5700 | 24.45 | 2.39 |
| Promedio | | 25.72 | 2.52 |

CERTIFICADO: ITLO-ECL-02-2020

TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O.

ING. RESPONSABLE: G.C.A.P.



Gerardo Jiménez Orozco
GERARDO JIMÉNEZ OROZCO
TÉCNICO DE ENSAYOS
DE MATERIALES

Cesar Guízarco Almeyda
CESAR GUÍZARCO ALMEYDA
PERALTA
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CP N° 18769

FOTO N°32: Ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo artesanal.



ITLO

- ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
- CARRETERAS
- DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
- ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
- CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES



| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGUN É 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARESI |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

TABLA N°01 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

| IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN | DIMENSIONES (cm) | | | AREA(cm ²) |
|-----------------------------|------------------|------|------|------------------------|
| | L | A | H | BRUTA |
| 1 | 20 | 12 | 8.4 | 240 |
| 2 | 21.3 | 11.5 | 8.20 | 244.95 |
| 3 | 21.2 | 11.5 | 8.30 | 243.80 |
| 4 | 21.7 | 11.8 | 8.40 | 256.06 |
| 5 | 21.4 | 11.7 | 8.7 | 250 |
| PROMEDIO | 21.12 | 11.7 | 8.4 | 247.038 |

TABLA N°02 COMPRESION EN UNIDADES

| IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN | P max (kg) | F'b(kg/cm ²) | F'b(Mpa) |
|-----------------------------|------------|--------------------------|----------|
| | | BRUTA | |
| 1 | 3148 | 49.69 | 4.87 |
| 2 | 3516 | 48.85 | 4.79 |
| 3 | 2080 | 49.04 | 4.81 |
| 4 | 3100 | 47.33 | 4.64 |
| 5 | 3247 | 47 | 4.69 |
| Promedio | | 48.43 | 4.75 |

CERTIFICADO: ITLO-ECL-03-2020

TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O.

ING. RESPONSABLE: G.C.A.P.



GERARDO JIMENEZ ORCIZO
TÉCNICO DE ENSAYOS
DE MATERIALES

CESAR GUANARCO ALMESTAR
PERAZZA
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CP N° 163769

FOTO N°33: Ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo PET al 15%.



ITLO

- ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
- CARRETERAS
- DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
- ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
- CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES



| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGUN É 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARESÍ |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

TABLA N°01 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

| IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN | DIMENSIONES (cm) | | | AREA(cm ²) |
|-----------------------------|------------------|-------|------|------------------------|
| | L | A | H | BRUTA |
| 1 | 21.5 | 12 | 8.3 | 258 |
| 2 | 21.3 | 11.5 | 8.40 | 244.95 |
| 3 | 21 | 11.8 | 8.60 | 247.80 |
| 4 | 21.1 | 11.7 | 8.80 | 246.87 |
| 5 | 21.5 | 11.8 | 8.70 | 253.70 |
| PROMEDIO | 21.28 | 11.76 | 8.56 | 250.264 |

TABLA N°02 COMPRESION EN UNIDADES

| IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN | P max (kg) | F'b(kg/cm ²) | F'b(Mpa) |
|-----------------------------|------------|--------------------------|----------|
| | | BRUTA | |
| 1 | 3400 | 13.18 | 1.29 |
| 2 | 2324 | 9.49 | 0.97 |
| 3 | 3484 | 14.06 | 1.39 |
| 4 | 3540 | 14.34 | 1.41 |
| 5 | 3501 | 14 | 1.37 |
| Promedio | | 12.97 | 1.29 |

CERTIFICADO: ITLO-ECL-04-2020

TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O.

ING. RESPONSABLE: G.C.A.P.



Gerardo Jiménez Orozco
GERARDO JIMENEZ OROZCO
TÉCNICO DE ENSAYOS
DE MATERIALES

Cesar Guíbarco Aluestar
CESAR GUÍBARCO ALUESTAR
PESACIA
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 183769

FOTON°34: Ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo PET al 25%.

Anexo 4: Matriz De Consistencia

“Beneficios del ladrillo elaborado con mortero de material de PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020.”

| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPOTESIS GENERAL | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | METODOLOGIA |
|--|---|---|----------------------------|---|---|--|
| ¿Cuáles son los beneficios del ladrillo elaborado con mortero de material de PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020? | Determinar los beneficios de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto de un ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020. | H1: La elaboración del ladrillo con mortero de material PET según e070 si presenta beneficios respeto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020 H0: El ladrillo con mortero de material PET según E 0.70 no presenta beneficios respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020 | Ladrillo con material PET. | -Propiedades Física y Mecánica del ladrillo elaborado con botellas plásticas. | -Variabilidad dimensional. -Alabeo -Absorción -Resistencia a la compresión | Tipo de investigación: Aplicada |
| | | | | - Diseño de mezcla. | -Porcentaje PET en el diseño de mezcla del ladrillo. | Diseño de investigación: Experimental – Cuasi - Experimental |
| | | | | -Costo Beneficio. | -Presupuesto a precios unitarios. | Técnica de recolección de datos: Observación Ensayo de resistencia a la compresión. |
| PROBLEMAS ESPECIFICOS | OBJETIVOS ESPECIFICOS | HIPOTESIS ESPECIFICAS | | | | |
| ¿Cuál serán las propiedades físicas - mecánica de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020? | Establecer las propiedades físicas - mecánica de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020. | H1: Las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo elaborado con mortero de material PET si presenta beneficios respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020. H0: Las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo elaborado con mortero de material PET no presenta beneficios respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020 | Ladrillo artesanal. | -Propiedades Física y Mecánica del ladrillo artesanal. | -Variabilidad dimensional. -Alabeo -Absorción -Resistencia a la compresión | Ensayo de variabilidad dimensional. Ensayo de alabeo. Ensayo de absorción |
| | | | | | | Escala: Nominal & Razón |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--------------------------|--|--|
| <p>¿Cuál será el diseño de mezcla de un ladrillo con mortero de material PET según E 0.70 respecto de un ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020?</p> | <p>Establecer el diseño de mezcla de un ladrillo con mortero de material PET según E 0.70 respecto de un ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020.</p> | <p>H1: El diseño de la mezcla de un ladrillo con mortero de material PET si presenta beneficios respecto al ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020 H0: El diseño de mezcla del ladrillo con mortero de material PET no presenta beneficios respecto al ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020</p> | | | | |
| <p>¿cuál será el costo - beneficio de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura.2020?</p> | <p>Determinar el costo - beneficio de un ladrillo Elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020.</p> | <p>H1: el costo - beneficio del ladrillo elaborado con mortero de material PET si es beneficioso respecto del costo – beneficio del ladrillo artesanal de Sullana - Piura 2020 H0: el costo - beneficio del ladrillo elaborado con mortero de material PET no es beneficioso respecto del costo – beneficio del ladrillo artesanal de Sullana - Piura 2020.</p> | | <p>-Costo Beneficio</p> | <p>-Presupuesto a precios unitarios.</p> | |
| | | | | <p>-Diseño de mezcla</p> | | |

FUENTE: Elaboración propia de los autores.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Beneficios del ladrillo elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Avilés Garragate, Néstor André (ORCID: 0000-0003-1658-1199)

Carrasco Arrieta, Roly Baresi (ORCID: 0000-0002-6037-4528)

ASESORA:

Dra. Saldarriaga Castillo, María del Rosario (ORCID: 0000-0002-0566-6827)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Y Estructural

PIURA — PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo en primer lugar a nuestro padre Jehová por otorgarnos la energía, fuerza e inteligencia para llegar a este punto, ya que siempre hemos sentido su presencia en cualquier dificultad que se ha presentado, también dedicamos el trabajo a nuestros padres, que han sido ellos los artífices moviendo los hilos detrás del telón para ayudarnos a subir cada peldaño de esta misión; y por darnos con su inmenso amor, cariño, tiempo y comprensión para mejorar como personas y ser de utilidad a nuestro hermoso Perú.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestro padre Jehová por su inmenso amor, seguidamente a nuestros padres por confiar y creer en nosotros para lograr este objetivo.

Y finalmente agradecemos a aquellos docentes que fueron más allá de su trabajo de impartir conocimientos y nos transmitieron ese sentimiento que coadyuvó para amar aún más nuestra carrera.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos | iv |
| Índice de tablas | v |
| Índice de figuras | vi |
| Resumen..... | vii |
| Abstract..... | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 6 |
| III. METODOLOGÍA | 19 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 19 |
| 3.2. Variables y operacionalización..... | 19 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo..... | 20 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 21 |
| 3.5. Procedimientos | 22 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 23 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 23 |
| IV. RESULTADOS..... | 24 |
| V. DISCUSIÓN | 38 |
| VI. CONCLUSIONES | 43 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 44 |
| REFERENCIAS..... | 45 |
| Anexos | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 01: DATOS TECNICOS DEL POLIETILENO- TEREF TALATO(PET) | 10 |
| Tabla 02: Población considerada en este proyecto de investigación | 20 |
| Tabla 03: Número de muestras | 20 |
| Tabla 04: Muestras..... | 21 |
| Tabla 05: Técnicas e instrumentos a aplicar por objetivos y unidad de investigación..... | 22 |
| Tabla 06: Porcentajes de mezcla | 23 |
| Tabla 07: Materiales..... | 38 |
| Tabla 08: Insumos para ladrillo PET al 15%..... | 38 |
| Tabla 09: Insumos para ladrillo PET al 25%..... | 39 |
| Tabla 10: Insumos para ladrillo PET al 50%..... | 39 |
| Tabla 11: Rendimiento | 40 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 01: Variación promedio de dimensiones de ladrillo sin PET..... | 25 |
| Figura 02: Variación promedio de dimensiones de ladrillo PET al 15% | 26 |
| Figura 03: Variación promedio de dimensiones de ladrillo PET al 25% | 27 |
| Figura 04: Alabeo promedio del ladrillo sin PET..... | 29 |
| Figura 05: Alabeo promedio del ladrillo PET al 15% | 29 |
| Figura 06: Alabeo promedio del ladrillo PET al 25% | 30 |
| Figura 07: Absorción promedio del ladrillo sin PET..... | 31 |
| Figura 08: Absorción promedio del ladrillo PET al 15% | 32 |
| Figura 09: Absorción promedio del ladrillo PET al 25% | 32 |
| Figura 10: Medidas promedio del ladrillo sin PET | 34 |
| Figura 11: Resistencia promedio del ladrillo sin PET | 34 |
| Figura 12: Medidas promedio del ladrillo PET al 15%..... | 35 |
| Figura 13: Resistencia promedio del ladrillo PET al 15%..... | 35 |
| Figura 14: Medidas promedio del ladrillo PET al 25%..... | 36 |
| Figura 15: Resistencia promedio del ladrillo PET al 25%..... | 36 |

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general determinar los beneficios de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según la norma E 0.70 respecto de un ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura. 2020, cuya metodología fue estudio de tipo aplicada, de diseño experimental – transversal, de enfoque cuantitativo cuya población fue ladrillos elaborados con mortero de material PET y ladrillos artesanales, con un muestro probabilístico, tuvo como técnica la observación y como instrumento la ficha de registro, obteniendo como resultado general que el ladrillo PET al 15% arrojó mejores valores en los distintos ensayos, el ensayo de variabilidad dimensional, el ladrillo PET al 15% solo incumple en una medida, superando en un 9.37% en su altura, por encima el 4% que se permite, el ensayo de alabeo arroja valores de 2mm y 1.9 en las caras A y B respectivamente, en el ensayo de Absorción obtuvo un valor de 21.76%, y por último, el ensayo de resistencia a la compresión el ladrillo PET al 15% obtiene un resultado de 47.5 daN/cm²; el ladrillo mencionado es quien posee el mejor diseño de mezcla y costos, ya que su producción cuesta entre 3 a 10 soles menos por medio millar en comparación al ladrillo artesanal, por tales resultados, se concluye que el ladrillo PET al 15% posee mejores características físicas y mecánicas además de poseer costos de producción por debajo del ladrillo artesanal.

Palabras clave: Ladrillo artesanal, Material PET, Ensayos, Costo Económico.

ABSTRACT

The general objective of this research was to determine the benefits of a brick made with PET material mortar according to the E 0.70 standard with respect to an artisan brick in the district of Sullana - Piura. 2020, whose methodology was an applied-type study, with an experimental-cross-sectional design, with a quantitative approach, population was bricks made with mortar made of PET material and artisan bricks, with a probabilistic sample, had as a technique the observation and as an instrument the record sheet Obtaining as a general result that the 15% PET brick gave better values in the different tests, the dimensional variability test, the 15% PET brick only fails to comply in one measure, exceeding 9.37% in its height, above 4 % that is allowed, the warping test shows values of 2mm and 1.9 on faces A and B respectively, in the Absorption test it obtained a value of 21.76%, and finally, the compressive strength test of the PET brick when 15% obtain a result of 47.5 daN / cm²; The mentioned brick is the one that has the best mix design and costs, since its production costs between 3 to 10 soles less per half a thousand compared to the artisan brick, based on these results, it is concluded that the 15% PET brick has better characteristics physical and mechanical as well as having production costs below artisanal brick.

Keywords: Handmade brick, PET material, Testing, Economic Cost.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la contaminación generada por los seres humanos es un problema de escala global, que perjudica a las diferentes ciudades del planeta Tierra. El excesivo consumo de los residuos sólidos como el plástico, producido en grandes cantidades, es un factor detonante a este problema; sumado a esto, en el Perú, el ladrillo es uno de los materiales principales y usados en todo el ámbito de la construcción, ya sea en edificios, casas, locales, entre otras, a su vez la elaboración de este dicho material genera un impacto ambiental negativo. El desconocimiento de nuevos métodos tecnológicos constructivos nos permite introducir materiales alternativos apropiados para minimizar los niveles de contaminación. Además, la cantidad de elementos desperdiciados por el ser humano como los restos plásticos, y restos de ladrillo en cada edificación, con el pasar de los años aumenta el nivel de contaminación y por ende afecta no solo la salud humana sino también amenaza con la flora y fauna.

A nivel mundial construir con ladrillo convencional viene causando altos impactos ambientales debido a las emisiones de gases producidos al ser fabricados ya sea por el combustible empleado o por adicionar sustancias tóxicas para lograr la mejora de características estructurales, y los daños post construcción por sus desperdicios generados en el entorno afectando la salud humana, flora y fauna. Pero existen otros países donde ya construyen con otro tipo de material que no es el ladrillo convencional sino con materiales más ecológicos como es el caso de España de fabricar ladrillos de arcilla aligerada con una composición de 15% de paja y un 85% de arcilla, ladrillos calcáreos compuesto por arena de sílice; en Colombia donde construyen viviendas con ladrillos de material reciclado en forma de lego, en Bogotá propusieron ladrillos con adición PET, Argentina y Chile también implementaron los famosos eco-ladrillos, donde no era mezcla sólo se rellenaban las botellas plásticas con bolsas plásticas generando propiedades antisísmicas, aislantes y resistentes; entre otros países incluido el nuestro.

Asimismo, en el Perú la cantidad de los ladrillos convencionales que se producen anualmente es de 9.5 millones de toneladas, tal como lo afirma Nilo Mendoza,

presidente de la Asociación Ladrillera de Cerámicos del Perú (ALACEP), estos son hechos a bases de mezcla convencional, y conociendo los impactos que generan aun así se siguen viendo construcciones de esta naturaleza. Sin embargo, existen otras posibilidades de hacer ciertos ladrillos en base a otros materiales que se encuentran en el medio ambiente. Por ello a nivel mundial y en el Perú la tendencia a usar ladrillos ecológicos cada vez es más fuerte, pero en el caso de Piura se sigue empleando el ladrillo convencional para edificaciones, viviendas unifamiliares, multifamiliares sabiendo los grandes impactos ambientales.

También existen los desechos de materiales sólidos, donde se conoce que existe una producción per cápita, indicado por SINIA (2017) que cada habitante del departamento de Piura generó 0.54kg de éstos residuos al día , siendo la población de 31145 habitantes aproximadamente, lo cual hizo un total de 168.19 tn al día, y según Roxana Vásquez (2019), autora de una publicación realizada en Infomercado, afirma que el total de basura que se genera al día, el 43.7% es plástico o también llamado PET, el cual termina en botaderos o en el río. De esta forma, el MINAM afirma que al 2016 cada ciudadano peruano usó en promedio 30 kg de plástico, considerando que estas cantidades destruyen el suelo, contaminan el agua, y afectan el aire. Por lo tanto, ésta eventual basura, llámese elemento de reciclaje, podría ser utilizado como posible aditivo a la mezcla de ladrillo ecológico para nuestra zona en estudio tal es el caso la Ciudad de Sullana, provincia ubicada al norte de Piura, una ciudad antigua fundada en 1783 por el religioso español Baltazar Jaime Martínez Compañón. Rodeada por el Cerro Amotape y a orillas del río Chira, tiene un área urbana de 1985.32 ha. Es conocida por su clima caluroso como la Ciudad del Eterno Verano, La Perla del Chira o la Novia del Sol, además de sus fuertes precipitaciones. En ella existen algunas urbanizaciones modernas, pocas edificaciones ancestrales y donde se le puede proporcionar a la población la idea o los datos de que se pueden utilizar otros sistemas de construcción como la elaboración de un ladrillo ecológico con material PET, puesto que se observa que los albañiles, constructoras, todavía usan el ladrillo convencional cuya producción es de 2069.66 millares de ladrillo al mes debido a su resistencia, por ello lo que se busca es reducir los impactos ambientales producidos por el mismo y más aún cuando tenemos un producto

como el plástico, el material PET, que se conoce su producción personal en el departamento de Piura de 43.7% de los residuos sólidos.

En la presente investigación se intentará elaborar un ladrillo fuera de lo convencional, un ladrillo que utiliza los mismos materiales de un ladrillo convencional o artesanal pero se le va a modificar o reorientar la dosificación para volverlo más ecológico, basándonos mediante estudios donde la unión entre el ladrillo común y material reciclado plástico dan como resultado un ladrillo sostenible que no solo lo suple en el tema estructural, sino también es un tipo de solución para dar uso al plástico que diariamente es desechado por el hombre; por tal motivo, se demostrará los beneficios del uso de un ladrillo elaborado a partir de material PET, además de plasmar las nuevas características que este ladrillo puede conseguir, ya sea físicas, mecánicas y económicas. Todo ello crea la imperiosa necesidad de realizar investigaciones en artículos, libros, o tesis que den soluciones para lograr conseguir el mismo material de construcción con mejores o iguales características pero que a su vez, el costo económico se vea disminuido significativamente, ya que los valores anuales que Sullana posee en cuanto a contaminación solo aumentan con el pasar de los años, y que nos está empujando a un círculo vicioso que debe frenar pronto para evitar seguir destruyendo la naturaleza y nuestra salud.

Por tal motivo la importancia de esta investigación reside en la proposición de un método innovador que busca ser la respuesta a este mal que destruye nuestra ciudad dando un mejor uso al material que tanto es responsable de la destrucción de la naturaleza como lo es el PET.

Ante la problemática descrita se formuló la pregunta general: ¿Cuáles son los beneficios del ladrillo elaborado con mortero de material de PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020? y como problemas específicos se propuso: ¿cuál serán las propiedades físicas - mecánica de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E.070 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020?; ¿cuál será el diseño de mezcla de un ladrillo con mortero de material PET según E0.70 respecto de un ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020?, y ¿cuál

será el costo - beneficio de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020?

La presente investigación, tuvo por justificación las siguientes razones: En las últimas décadas, el ser humano ha sido muy criticado por la cantidad de desechos sólidos que a diario genera por el consumo de productos industriales, sin embargo, el elemento que tanto dolor de cabeza nos genera, como lo son las botellas plásticas, pueden ser también la respuesta a un avance tecnológico a lo que en estructuras respecta, ya que, pensar que todo desecho sólido arrojado es inservible, es una idea errónea y primitiva.

Las botellas plásticas se pueden emplear mejor después de cumplir con su uso original para las que son diseñadas como recipiente de gaseosas, jugos, o bebidas energéticas; estos pueden usarse estructuralmente como material para lograr alcanzar un tipo de ladrillo con mejores características, ante los ladrillos comunes, por lo que, buscar los beneficios que este nuevo tipo de ladrillo puede generar, supone una mejora en el mundo constructivo, además de lograr reducir el dinero que se invierte en producir los ladrillos típicos, con materiales menos costosos y que gracias a la falta de cultura, estos abundan en las ciudad de Sullana, y por ende al emplear mejor las botellas de plásticas, no solo estructuralmente, también se aporta en reducir la contaminación ambiental que tanto aqueja a la población.

Como hipótesis general se estableció, H1: La elaboración del ladrillo con mortero de material PET según e070 si presenta beneficios respeto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020; H0: El ladrillo elaborado con mortero de material PET según E 0.70 no presenta beneficios respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020; y como hipótesis específicas tenemos: H1: Las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo elaborado con mortero de material PET si presenta beneficios respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020; H0: Las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo elaborado con mortero de material PET no presenta beneficios respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020; H1: El diseño de la mezcla de un ladrillo con mortero de material PET si

presenta beneficios respecto al ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020; H0: El diseño del ladrillo con mortero de material PET no presenta beneficios respecto al ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020, y finalmente, H1: el costo - beneficio del ladrillo elaborado con mortero de material PET si es beneficioso respecto del costo – beneficio del ladrillo artesanal de Sullana - Piura 2020; H0: el costo - beneficio del ladrillo elaborado con mortero de material PET no es beneficioso respecto del costo – beneficio del ladrillo artesanal de Sullana - Piura 2020.

El objetivo general de nuestra investigación fue determinar los beneficios de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E0.70 respecto de un ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020; y como objetivos específicos se plantearon: Establecer las propiedades físicas - mecánica de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020, establecer el diseño de mezcla de un ladrillo con mortero de material PET según E0.70 respecto de un ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020, y finalmente, determinar el costo - beneficio de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020.

El diseño a aplicarse, es experimental, se limitará establecer relación causa – efecto y solo establecerá relación. La presente investigación es viable por cuanto los investigadores cuentan con los recursos humanos, materiales y económicos para realizar el estudio.

II. MARCO TEÓRICO

En el proceso de búsqueda de trabajos previos al presente, hemos encontrado a nivel internacional las siguientes investigaciones:

Piñeros y Herrera (2018) en su investigación grado de la universidad católica de Colombia, tuvo como principal objetivo ejecutar un estudio técnico y económico en aplicar bloques con agregados PET en mampostería no estructural para viviendas en centros poblados colombianos, la cual obtuvo como resultado que los bloques con 25% o menos de agregado PET si cumple con la resistencia que dicta la norma, sin embargo, agregar PET en valores mayores o iguales al 30% queda descartado, ya que el bloque obtiene una resistencia por debajo de lo requerido.

Vargas y Tascón (2016) en su tesis elaborada en la Universidad Militar Nueva Granada en Colombia para obtener el título de Ing. Civil, adoptando un tipo de investigación experimental, tuvo como objetivo principal efectuar un estudio donde compara un ladrillo con mortero PET y un ladrillo común, la cual busca hallar las ventajas y desventajas respecto a sus propiedades estructurales y costo, teniendo como base los criterios dados en la norma técnica colombiana; dicha investigación tiene como conclusión que el ladrillo con mortero PET no es estructuralmente recomendable ya que no cumple los valores mínimos, en cuanto al tema económico no demuestra ahorro alguno, sin embargo demuestra que puede contribuir a disminuir la contaminación ambiental.

Angumba (2016) en su tesis para lograr el grado de Magister en Construcción realizada en la Universidad de Cuenca en Ecuador, tuvo como objetivo principal elaborar con plástico reciclado un prototipo de ladrillo para edificaciones no portantes, elaborando ladrillos con dimensiones determinadas, agregándole PET con variaciones desde el 10, hasta el 70% en reemplazo de la arcilla, posteriormente realizo diferentes pruebas con el propósito de comparar y analizar ambos tipos de ladrillos, una vez realizado los ensayos y analizados consiguió un ladrillo con buenas características al 25% de aditivo de PET; concluye que los residuos sólidos-plásticos es una alternativa óptima para

contribuir con el medio ambiente además es una tecnología constructiva muy simple, económica y sobre todo no contaminante.

Gómez (2019) en su tesis para lograr el grado de Especialista en Gerencia de Obras realizada en la Universidad Católica de Colombia, tuvo como objetivo ejecutar una comparación de tiempo y costo por medio de evaluación realizada en la implementación de bloques convencional y bloques reciclado desarrollando la metodología BIM y un análisis presupuestal. Dicha investigación tiene como conclusión que el implemento del bloque con plástico es más económico que el habitual, además en cuestión de tiempo reduce al construir con bloques reciclado ya que no emplea materiales extra para pegar los ladrillos.

Cabrera y Ruales (2017) en su tesis para lograr el Título de Ingeniero Civil realizada en la universidad central del Ecuador, donde tuvo como principal objetivo mejorar el diseño en las construcciones sostenible con mampostería del ladrillo en base PET. Esta investigación tiene como conclusión que al usar las botellas de menores dimensiones longitudinal y capacidad para la fabricación de ladrillos con material PET consiguió reducir el espesor de mampostería por lo cual el peso por metro cuadrado es de 69%.

Gómez y Guzmán (2019) en su tesis para lograr el Título de Ingeniera Civil cuya investigación fue realizada en la Universidad central del Ecuador, su principal objetivo fue determinar cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de bloques fabricados con material PET para luego comparar con los bloques tradicionales , luego a la conclusión que en la resistencia a la compresión ,el bloque tradicional su resistencia es de 6.26MPa mientras que el bloque con material PET es de 5.25MPa , a pesar que los valores con material PET salieron bajos se encuentra dentro de los parámetros mínimos de la resistencia a la compresión .

A nivel nacional hemos encontrado los siguientes trabajos previos:

Echevarría (2017) en su tesis para alcanzar el grado de Ingeniero Civil realizada en la Universidad Nacional de Cajamarca, cuya investigación fue experimental, sostuvo como principal objetivo establecer las propiedades mecánicas de un ladrillo de concreto con el material reciclado PET, utilizo la norma técnica E.070

como base, en la cual determino cantidades adecuadas de los elementos a intervenir en la mezcla de concreto para producir una adecuada unidad de albañilería de tipo IV, luego agregó un porcentajes en forma creciente de material reciclado PET al diseño de mezcla, llegando a la conclusión que las propiedades físico mecánico del ladrillo de concreto con material reciclado PET alcanzan los requisitos establecidos por la norma E.070, además recomienda a futuras investigaciones que se precise las propiedades térmicas y acústicas de la albañilería de unidades con material reciclado PET.

Gonzales (2016) en su tesis para adquirir el título profesional de Ingeniero civil realizada en la Universidad Privada Del Norte en Cajamarca para lograr el grado de ing. Civil, donde como principal objetivo fue comparar las propiedades física y mecánicas de un ladrillo de concreto convencional ante un ladrillo con concreto con adhesión de PET al 5%, 10% y 15% para un ladrillo tipo V para eso se basó en la norma E.070 de albañilería (2006); tiene como metodología la investigación experimental, donde llego a la conclusión que a los ladrillos que se les agrego PET, solo incremento las propiedades de succión y absorción.

Valdivia (2019) en su tesis realizada en la Universidad Andina del Cusco para obtener el grado de Ing. civil, tuvo como objetivo principal Determinar las cualidades físicas y mecánicas de ladrillos de arena gruesa y agregado PET como cementante, con porcentajes de 100%, 80%, y 67% respectivamente. teniendo en cuenta la norma E. 070, utilizando la metodología cuantitativa, teniendo como conclusión que la variación de porcentajes de material PET y arena gruesa propuestas en el objetivo principal, cumplen con los rasgos de aceptación de la NTP E.070.

A continuación, expondremos teorías que hemos recopilado de distintos artículos internacionales y diversos trabajos de investigación los cuales avalan nuestra investigación.

El plástico, tuvo origen en el 1860 cuando Phelan and Collarder, un fabricante estadounidense, ofreció una suma de 10 000 dólares a aquel que sea capaz de crear un material que reemplace al marfil para la producción de bolas de billar.

El norteamericano John Wesley Hyatt, fue uno de los participantes de dicho concurso, quién logró desarrollar el celuloide, que surge a partir de la mezcla de etanol con celulosa en una solución de alcanfor; aunque John Wesley Hyatt no alcanzó a ganar, logro crear un producto muy comercial que daría paso a la evolución de la industria del cine al finalizar siglo XIX.

Fue en 1909, que el químico Estadounidense Leo Hendrick, desarrolló a partir de las moléculas de Fenol un polímero de mucho interés comercial, el cual fue bautizado como Baquelita, llegando a ser un plástico sintético el primero del que se tiene conocimiento.

En el año 1919, el químico alemán Hermann Staudinger realizó un hito que marcaría la evolución de los materiales plásticos, el alemán propuso que éstos estaban compuestos de moléculas gigantes llamadas macromoléculas, en un intento para aceptar o desmentir, tales afirmaciones, la comunidad científica se enrumbo en una carrera, que trajo consigo grandes descubrimientos lo que terminó siendo en avances tecnológicos para esta parte de la química; tales avances motivaron a los científicos y a la industria a la búsqueda de diversas moléculas que fuesen capaz de combinarse para encontrar nuevos polímeros; Posteriormente, en la década de los 30, se hicieron muchos hallazgos, los cuales fueron el Polietileno(PE), el Cloruro Polivinilo(PVC), un plástico con alta resistencia al fuego, el cual fue resultante de reemplazar un átomo de hidrogeno por uno de cloruro en el etileno; otro plástico que fue inventado en 1930 fue el Poliestireno(PS) que es un material transparente y es usado para vasos. La industria del plástico, con el pasar de los años, ha ganado cada vez mayor mercado, ahora, para el envasado de botellas, frascos y/o depósitos, se ha desarrollado de forma rápida e inconsciente la utilización de Tereftalato de Polietileno (PET), material que, por sus características, está reemplazando al vidrio y al PVC en el uso para producción de recipientes.

Echevarría afirma que es un elemento sintético de macromoléculas en su gran mayoría moléculas de alcoholes, compuestos orgánicos y de hidrocarburos. (2017).

Tabla 01: Datos técnicos del polietileno- tereftalato (PET)

| PROPIEDADES MECANICAS | | |
|--|-----------------------------|--------------------|
| Peso específico | 134 | g/cm ³ |
| Resistencia a la tracción | 825 | Kg/cm ² |
| Resistencia a la flexión | 1450 | Kg/cm ² |
| Alargamiento a la rotura | 15 | % |
| Módulo de elasticidad(tracción) | 28550 | Kg/cm ² |
| Resistencia al desgaste por roce | MUY BUENA | |
| Absorción de humedad | 0.25 | % |
| PROPIEDADES TERMICAS | | |
| Temperatura de fusión | 255 | °c |
| Conductividad térmica | Baja | |
| Temperatura de deformabilidad por calor | 170 | °c |
| Temperatura de ablandamiento de Vicat | 175 | °c |
| Coefficiente de dilatación lineal de 23 a 100 °C | 0.00008 | mm por °C |
| PROPIEDADES QUÍMICAS | | |
| Resistencia a álcalis débiles a Temperatura Ambiente | Buena | |
| Resistencia a ácidos débiles a Temperatura Ambiente | Buena | |
| Comportamiento a la combustión | Arde con mediana dificultad | |
| Propagación de llama | Mantiene la llama | |
| Comportamiento al quemado | Gotea | |

Fuente: Plásticos Mecanizables (2017, p. 9)

El proceso de horneado de ladrillos, es una etapa en la que el ladrillo se expone a altas temperaturas para que adquiera las propiedades necesarias, tales como dureza, resistencia y compresión, tal práctica genera gran contaminación, ya que se requiere gran energía para alcanzar la temperatura necesaria, y para lograrla, utilizan carbón, madera, llantas, plásticos, entre otros, al quemar estos materiales se emite gases que dañan la capa de ozona como el CO₂, además se genera muchos desechos.

Galan, Rivera y García en su artículo menciona que el uso del ladrillo, es un elemento que ha perdurado a través de las civilizaciones y que se requiere entre 1000 °C y 1200°C para su cocción. (2016).

Uno de los materiales más usados para la fabricación de los ladrillos es la arcilla, como comentan Canbaz y Albayrak en su artículo, resaltan que, lo que diferencia a la arcilla de otro componente para la producción de ladrillos, es que la primera supera en fuerza al resto. (2017).

Como menciona Sazzadul en su publicación resalta que el plástico se convierte en un problema por dos factores, no tiene naturaleza biodegradable y se cometen muchos errores al momento de descartarlos adecuadamente (2019).

Hablar de sustentabilidad es referirse a encontrar técnicas que eviten la contaminación del ambiente, empleando métodos que avalen bienestar para las generaciones futuras, preservando las materias primas e investigando patrones para la reutilización de elementos. (Salcedo, 2014).

En el artículo realizado por Maure, Candanedo, Madrid, Bolobosky y Marín dice que: La utilización de un elemento novedoso para la manufactura de un nuevo tipo de ladrillo, debe ser revisado y comprobado para determinar las propiedades físicas & químicas, que, de la seguridad de poseer alta resistencia a la compresión, y que, a su vez, no manifieste un riesgo al estar bajo distintos factores climáticos

A partir del año 2000 hacia adelante muchos investigadores han propuesto utilizar el plástico en el mundo constructivo, ya que estos tienen propiedades que podemos aprovechar, Impide el acceso a los gases como el CO₂, evita la humedad, es traslucido, [...], irrompible, ligero, impermeable, por su alta rigidez y dureza resiste grandes esfuerzos permanentes y al desgaste (Martínez y Cote, 2014). estas características podemos utilizarlas adhiriéndolos a diversos elementos, tal es el caso del ladrillo.

Otra investigación realizada por Zhi Ge, Hongya Yue y Renjuan Sun, afirma que PET es uno de los materiales impermeables más importantes y comunes [...] porta excelentes propiedades mecánicas y eléctricas, además de poseer gran durabilidad, y su producción es económicamente bajo (2015); según estas afirmaciones podemos deducir que las propiedades innatas de tereftalato de polietileno pueden ayudar favorablemente a las propiedades mecánicas de un ladrillo común, dándole valor agregado para su uso en la construcción.

Consideramos ladrillo a la unidad que podemos manipular con una sola mano, ya que su dimensión y peso lo permite (RNE, 2019), estos pueden ser

elaborados de arcilla, sílice o concreto, tienen muchas presentaciones, entre estas tenemos ladrillos huecos, sólidos, alveolares o tubulares, y su fabricación puede ser artesanal o industrial; son considerados como un buen aislante de calor y frío, además son económicos, soportan factores naturales, durable y es capaz de resistir cargas muy pesadas.

Se considera que el ladrillo es uno de los materiales más importantes y usados para la edificación de una estructura, siendo uno de los elementos de construcción con mayor demanda en el sector de la ingeniería civil. (Shahidan et al, 2018)

Los ladrillos por si solos, deben cumplir ciertas especificaciones técnicas para ser usados en una obra, ya sea de forma estructural, o no estructural; estas condiciones están determinados por distintos factores, tales como la cocción del ladrillo; las propiedades que determinan un buen bloque cerámico para mampostería, están regidas por el grado de temperatura a la que fue expuesta o cocida la pasta (Guerrero, Espinel y Sánchez, 2016).

Es decir, la cocción del ladrillo juega un papel importante, ya que, si esta fase se ha desarrollado correctamente, el ladrillo alcanzará las propiedades mecánicas que norma E.70 del Reglamento Nacional de Edificaciones demanda; además también menciona los ensayos que un ladrillo debe superar, entre estas tenemos: Resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción. (NTP, 2013)

Según Limami, Manssouri, Cherkaoui, Saadaoui y Khaldoun mencionan que agregar aditivos poliméricos en la construcción traería como beneficios la reducción del uso de energía y de materias primas, además de aminorar el costo de los ladrillos logrando un prototipo liviano y mejorado en sus propiedades térmicas. (2019).

Los ladrillos con agregado de PET son más livianos ante los ladrillos tradicionales, el ladrillo común tiene un peso específico de 1700 kg/ m³ según el Reglamento Nacional de Edificaciones; El peso específico del ladrillo de PET es

menor que el del ladrillo común (1360 kg/m³) (Gaggino, Kreiker, Mattioli y Argüello,2015).

Según Cote y Martínez en su artículo afirman que: Las muestras resultantes exponen un producto rígido, con alta resistencia, que fácilmente puede compararse con los ladrillos comunes comerciales, según norma NTC 673; el ladrillo común tiene una resistencia a la compresión de 4480 kgf, a comparación del resultado con PET que exhibe una resistencia a la compresión de 5600 kgf.

Según esta investigación realizada por Cote y Martínez conocemos que los ladrillos a base de PET son viables para su uso en la construcción y cumplen con el esfuerzo a la compresión que la NTC (Norma Técnica Colombiana).

Otra investigación realizada por Angumba, sostiene la teoría que los ladrillos de polímero, pueden ser elaborados con Polientilentereftalato, transformándose en la alternativa ideal para edificar muros de mampostería, que puedan utilizarse en edificaciones, además de ser un material sustentable (2016).

Maldonado, Corvalan, Cohenca Monteiro proponen utilizar una nueva tecnología basada en botellas de PET como materia prima para la manufacturación de ladrillos (2018)

La teoría formulada por Angumba pretende resolver el problema de la contaminación y a su vez lanzar un tipo de ladrillo que puede ser de utilidad en la construcción.

El artículo de investigación realizado por Akinyele, Igba, y Adigun tiene como objetivo Investigar el uso de PET en ladrillos quemados, con el fin de mejorar sus propiedades y su uso como material de construcción (2020).

El ladrillo cocido es un material de construcción valioso para el mundo constructivo, y es muy usado alrededor del mundo en toda edificación. Los egipcios y babilónicos ya usaban técnicas para comprimir tierra y ladrillos cocidos. Muchos materiales como la paja, cerámica rota, baldosas, bloques

rotos y hormigón de desecho han servido para el fortalecimiento de ladrillos de arcilla (Akinyele, Igba y Adigun. 2020)

Entre las pruebas mecánicas que se someten los ladrillos para determinar su eficacia, tenemos el ensayo a la compresión, se realiza para entender las propiedades mecánicas del ladrillo, el cual sirve para conocer si el resultado final cumple con lo esperado para su utilización en obra.

Para conocer cómo se llevan a cabo tales pruebas, López, Espinosa y Guevara. (2014, p. 92) estiman la resistencia a la compresión con la siguiente fórmula:

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

Dónde:

C = Resistencia mecánica a la compresión (lbf/in²).

w = Fuerza que se ejerce sobre el ladrillo se ejerce sobre el (lbf).

A = Área superficial de la muestra (in²).

Asimismo, para el cálculo de absorción de agua López, Espinosa y Guevara determinan que el ensayo de porcentaje de absorción, se efectúa con la finalidad de hallar la cantidad de porcentaje de agua que una unidad de mampostería alberga (2014).

El porqué de la necesidad de determinar el porcentaje de absorción de agua se ve directamente ligada a la durabilidad del ladrillo, ya que cuando el agua penetra el ladrillo, dicha durabilidad se ve afectada, disminuyendo considerablemente, para evitar este incidente se juega con las temperaturas de cocción de ladrillo, esto ayudará a que el ladrillo gane densidad.

Los ladrillos deben cumplir algunas propiedades fundamentales como absorción de agua, resistencia mecánica a la compresión y tasa inicial de absorción (García, García y Vaca, 2013)

Para determinar tal porcentaje agua López, Espinosa y Guevara (2014, p. 92) utilizaron la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100$$

Dónde:

W = Peso de la muestra

Sub índice "s" = Muestra saturada

Sub índice "d" = Muestra seca

Salah, Vivekka y Ali descubrieron que se obtuvo una buena resistencia a la compresión de 5.3 MPa para una relación PET / PU de 60/40 adecuada para ser utilizada como muro de ladrillo de mampostería sin carga. (2020); sin embargo esto indica que estos ladrillos con PET / PU de 60/40, no tiene una buena resistencia a la compresión y no puede ser usado para soportar cargas, es decir su uso en muros portantes no es recomendable; empero afirman que los resultados generales de la prueba de conductividad térmica fueron satisfactorio ya que cae dentro de un rango de 0.15 a 0.2 W /mK (Salah et al., 2020) ; esto quiere decir que aunque en esta investigación el ladrillo con agregados PET no logro demostrar su utilidad para soportar cargas, demuestra que tiene una conductividad térmica aceptable.

Fanbo, Yizhang y Hongya, en su artículo concluyen que: Cuando la proporción de PET y polvo de ladrillo era 1: 2, la trabajabilidad de la mezcla era buena y la contracción no fue muy grande. Cuando la temperatura de curado fue de 180 ° C, las muestras obtuvieron la mayor fuerza de 43MP. La mezcla de polvo de pet-ladrillo tuvo un rápido desarrollo de resistencia. Podría alcanzar el estado estacionario en dos horas en comparación con el mortero de cemento ordinario

Estos investigadores determinaron que, a una determinada temperatura de 180° C, el ladrillo con agregado PET ganaba mayor fuerza y obtenía un rápido desarrollo de resistencia, pudiendo alcanzar el estado estacionario (que no varía sus valores) a dos horas después de realizar el ensayo.

Otro estudio realizado por Mazenan; Khalid; Irwan,y Ayop revela que La resistencia a la flexión del PET muestra un buen resultado en lugar del concreto normal donde el 25% de reemplazo de PET proporciona el mayor valor (2018),

de esta aseveración podemos deducir que para obtener resultados favorables y mejorar las características mecánicas del ladrillo, tiene como factor el porcentaje de PET que agregamos para producir el ladrillo. En otra sección de su investigación revela que La resistencia a la compresión de PET aumenta gradualmente hasta un volumen del 15%, pero comienza a disminuir en 20% y 25% (Mazenan; Khalid; Irwan, y Ayop, 2018), este descubrimiento realizada por el investigador demuestra que, aunque agregar PET a la producción de ladrillos puede ser beneficiosa, existen intervalos que otorgan tales beneficios, sin embargo, utilizar un porcentaje menor o mayor al adecuado, puede causar perjuicios a las propiedades mecánica.

Limami et al., afirman que: El desarrollo de ladrillos con un 20% de agregado PET y HDPE (High Density Polyethylene) arroja una mejora de las características térmicas obteniendo resultados tales como 0.18 W/m.K and 0.20 W/m.K que representa una ganancia de 63% y 58% respectivamente en propiedades térmicas

Khalid et al., mencionan que el remplazo de arena para la elaboración de ladrillos solo obtiene buenos efectos ante la compresión cuando esta es reemplazada al 75% de hormigón reciclado y 0.5% de PET (2018).

El polietileno es un componente semi-cristalino, y entre sus características principales encontramos alta resistencia a la corrosión, excelente resistencia química, a solventes orgánicos y al desgaste; es un material liviano, no tóxico, impermeable y otorga una alta resistencia a la tracción.

Taaffe, O'sullivan, Ekhlashur y Pakrashi mencionan en su artículo que son cuantiosas las investigaciones de las botellas de plástico como aditivo a materiales de construcción tradicionales, sin embargo, estas mismas botellas además de servir como aditivo, pueden tomar el rol principal para aplicaciones potenciales en la construcción. (2014)

Paschoalin y Storopoli mencionan que las muestras de ladrillos, mostraron resistencia a la compresión siendo esta aumentada en las etapas de curado, hasta en un 30% de los primeros resultados arrojados (2013)

Según Infante y Valderrama mencionan en su artículo: Agregar PET trae beneficios en la albañilería ya que alcanza una resistencia a la compresión de 20 MPa superando con creces a los 7 MPa que la norma de Chile exige en cuanto a ladrillos, además de volverlo más liviano e impermeable.

Las piezas de arcilla deben poseer cierta cantidad de agua, ya que según García menciona que distribuir correctamente el agua en la fase de elaboración de un ladrillo, permite una mejor trabajabilidad dando como resultado piezas más perfectas. (2013)

Chauhan et al. En su artículo concluye que las muestras con agregado plástico superan la resistencia a la compresión ante un ladrillo de arcilla, además pesa menos, restando peso a la estructura. (2019)

Varios estudios realizados avalan el uso del plástico en materiales de construcción ya que estos pueden aportar mucho, tal como menciona Deepak et al., concluye que su investigación logra que el plástico reciclado pueda ser usado en diferentes materiales de construcción, entre ellos el ladrillo, además disminuye costos, aporta al medioambiente y mezclado con otros ingredientes aumenta la resistencia a la compresión. (2015); otra investigación realizada por Shah et al., en su aporta que el uso de residuos plásticos en ladrillos aporta mayor resistencia ante un ladrillo común, que a su vez también trae beneficios económicos y ambiental.

Según Gaggino afirma que, en cuanto a aislación térmica, una pared hecha con ladrillos PET de 15cm de espesor es igual a una pared de 30 cm de espesor hecha con ladrillo tradicional. (2014).

Akinyele y Torio en su artículo revela que la medida exacta de agregado plástico para que los bloques de arena aumenten su resistencia y flexión es de 5%, ya que valores mayores a ese, es contraproducente. (2018)

Alighiri et al. Concluye en su artículo que es posible utilizar residuos de botellas plásticas en la elaboración de ladrillos ya que tiene propiedades como porosidad,

es liviano, y resistencia a la compresión, sin embargo, sus propiedades mecánicas se ven comprometidas. (2019)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación aplicada es el modelo de investigación debido a lo cual el problema ya está establecido y conocido por el investigador, de tal manera que se utiliza la investigación para dar respuestas a las preguntas específicas.

Según BAENA define que la investigación aplicada se propone problemas concretos que necesitan soluciones inmediatas (2017).

Diseño de investigación

Para ROSER, Bono (2012) el diseño cuasi-experimental de investigación son aquellos instrumentos principales de trabajo del ámbito aplicado así mismo sus esquemas de investigación no son aleatorios. En vista que no son aleatorios no son posibles plantear de manera exacta la igualdad inicial de los grupos como sucede en los diseños experimentales.

Por otro lado, HERNÁNDEZ, Roberto; FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar (2014) considera que el diseño cuasi-experimental son los sujetos que no se designan aleatoriamente a los grupos ni se emparejan, si no que ya se encuentran establecidos antes del experimento.

Trabajo de enfoque cuantitativo porque este estudio supuso cálculo y análisis numéricos, para poder determinar resultados. Para SAMPIERI, Roberto; COLLADO, Carlos y LUCIO, Pilar (2003) el enfoque cuantitativo se emplea en la recolección y análisis de datos para responder preguntas de investigación y comprobar con las hipótesis establecidas.

3.2. Variables y operacionalización

Variables

- Ladrillo elaborado con mortero de material PET
- Ladrillo artesanal

3.3. Población, muestra y muestreo

La población

Está constituida por ladrillos elaborados con mortero de material PET y ladrillos artesanales, teniendo así:

Tabla 02: Población considerada en este proyecto de investigación

| Población 1 | Población 2 |
|--|---------------------|
| Ladrillos elaborados con mortero de material PET | ladrillos artesanal |

Fuente: Elaboración Propia de los investigadores.

Muestra

Se utilizó como referencia de la norma Itintec 331.019 la cual nos indica que:

Por cada lote de 50000 ladrillos se tomará la muestra indicada en la secuencia "A", si dicha cantidad es superada, se tomará como muestra los valores mostrados en la secuencia "A" sumados a los valores dados en la secuencia "B" por cada 100000 ladrillos excedentes (1978).

Tabla 03: Número de muestras

| ENSAYOS | SECUENCIA "A" | SECUENCIA "B" |
|------------------------------|---------------|---------------|
| Dimensiones y alabeo | 10 | 5 |
| Resistencia a la compresión | 5 | 3 |
| Densidad | 5 | 3 |
| Módulo de rotura | 5 | 3 |
| Absorción y absorción máxima | 5 | 3 |
| Succión | 5 | 3 |
| Eflorescencia | 10 | 8 |

Fuente: Norma Itintec 331.019 (1982; p. 2)

Según los datos otorgados por Itintec, seguidamente se presenta la tabla #04 la cual muestra la cantidad de muestras que se debe realizar por cada ensayo de ladrillo de arcilla de acuerdo al porcentaje de material PET:

Tabla 04: Muestras

| Tipo | Resistencia a la Compresión | Variabilidad Dimensional y Alabeo | Absorción | |
|--|-----------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|
| Ladrillo de arcilla con 0% de botellas plásticas (común) | 5 | 10 | 5 | |
| Ladrillo de arcilla con 15% de botellas plásticas | 5 | 10 | 5 | |
| Ladrillo de arcilla con 25% de botellas plásticas | 5 | 10 | 5 | |
| Ladrillo de arcilla con 50% de botellas plásticas | 5 | 10 | 5 | |
| TOTAL | 20 | 40 | 20 | 80 |

Fuente: Elaboración Propia de los investigadores.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

- Técnica de la Observación.
- Ensayo de resistencia a la compresión.
- Ensayo de variabilidad dimensional.
- Ensayo de alabeo.
- Ensayo de absorción.

Instrumentos

- Fichas de registro o ficha de observación
- Ficha de ensayo de resistencia a la compresión.
- Ficha de ensayo de variabilidad dimensional.
- Ficha de ensayo de alabeo.
- Ficha de ensayo de absorción
- Regla metálica y normal.
- Balanza.
- Prensa hidráulica mecánica uniaxial.

Tabla 05: Técnicas e instrumentos a aplicar por objetivos y unidad de investigación

| OBJETIVOS | POBLACIÓN | MUESTRA | TÉCNICA | INSTRUMENTO |
|--|---|----------------|---|---|
| Establecer las propiedades físicas - mecánicas de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020. | Ladrillos elaborados con mortero de material PET según E 0.70 y ladrillos artesanales | 80 LADRILLOS | - Ensayo de resistencia a la compresión. - Ensayo de variabilidad dimensional - Ensayo de alabeo - Ensayo de absorción | - Ficha de ensayo de resistencia a la compresión. - Ficha de ensayo de variabilidad dimensional - Ficha de ensayo de alabeo - Ficha de ensayo de absorción |
| Establecer el diseño de mezcla de un ladrillo con mortero de material PET según E 0.70 respecto de un ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020. | Ladrillos elaborados con mortero de material PET según E 0.70 | 60 LADRILLOS | Técnica de la Observación | Ficha de Observación |
| Determinar el costo - beneficio de un ladrillo Elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020. | Ladrillos elaborados con mortero de material PET según E 0.70 y ladrillos artesanales | 80 LADRILLOS | Técnica de la Observación | Ficha de Observación |

Fuente: Elaboración Propia de los investigadores.

3.5. Procedimientos

Se compra el plástico previamente triturado, se requiere tenerlo en forma de escamas, para lograr tal cometido, se procede a colocarlo en una máquina trituradora, posteriormente se elabora el molde con las dimensiones típicas del ladrillo, en este caso tomamos como ejemplo el ladrillo King Kong con medidas 22x12x9.5(cm), este tipo de ladrillo se usa para muros que soportan cargas (muros portantes), con el molde ya hecho procedemos a unir las materias primas, entre las principales tenemos:

Tabla 06: Porcentajes de mezcla

| Arcilla (%) | PET (%) | Identificador de muestra | Cantidad de muestras |
|-------------|---------|--------------------------|----------------------|
| 100 | 0 | A1 | 20 |
| 85 | 15 | A2 | 20 |
| 75 | 25 | A3 | 20 |
| 50 | 50 | A4 | 20 |

Fuente: Elaboración Propia de los investigadores.

Luego de definir los distintos porcentajes de mezcla, colocamos la mezcla para ser amasada dando la forma común del ladrillo, luego sacamos las muestras al exterior para su secado durante 7 días, aprovechando la energía natural que el sol brinda, para lograr un secado uniforme, a partir del día 4 empezamos a girar el ladrillo para que todas sus caras se sequen por igual, culminando los 7 días, las muestras son llevadas al horno para su cocción, esta tarea tomará 7 días más; finalizando esta etapa, los ladrillos son retirados del horno y son llevados al laboratorio para realizar los distintos ensayos para corroborar sus propiedades. (ver anexo 3: documentos del capítulo 3)

3.6. Método de análisis de datos

Se usó como base los protocolos dados por las normas E 070 y la norma Itintec 331.017 & 331.018 las cuales indican el correcto proceder para realizar un ensayo a los ladrillos; y los resultados de tales ensayos están avalados por los certificados emitidos, demostrando su validez, a su vez tales resultados serán comparados con valores estandarizados en las normas anteriormente mencionadas mediante un cuadro de doble entrada.

3.7. Aspectos éticos

En la presente investigación tiene como base respetar los principios de la ética, el cual los investigadores asumen el compromiso de demostrar aspectos éticos: Honestidad, respecto a todos los documentos usados en este proyecto de investigación, el cual avalan la veracidad de las citas recogidas para brindar la información, además de otorgar el crédito a los distintos autores respetando su propiedad intelectual mediante el correcto uso de las normas para citar (ISO).

IV. RESULTADOS

Para lograr el primer objetivo, el cual se busca determinar las características físicas y mecánicas de la comparativa entre un ladrillo artesanal y uno elaborado con distintos porcentajes de material PET, se recopilaron los siguientes datos:

Generalidades

- Las unidades de mampostería se rigen bajo la norma E 0.70, Itintec 331. 017 e Itintec 331.018, respecto a los ladrillos que en su composición llevan distintos porcentajes PET, al no haber una norma exclusiva que acoja este tipo de ladrillo, estos fueron evaluados bajo los mismos criterios que se encuentran en las normas.
- Ubicación de cantera: Se ubica en el km02 camino a Salitral de la ciudad de Sullana – Piura. Se eligió una ladrillera que trabaje con arcilla, esta ladrillera se ubica en la carretera (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°21)
- Se realizaron distintos estudios para determinar el tipo de suelo de la cantera camino a salitral, en los cuales se determinó que, este tipo de suelo, según la norma SUCS esta clasifica como CL y según AASHTO como A-6, lo que indica que es un tipo de suelo arcilloso (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°22), con 8.7% de humedad (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°23) y con un índice de plasticidad del 12.20% (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°24)

Asimismo, se realizaron los siguientes ensayos:

Ensayo de Variabilidad dimensional:

Este ensayo se realiza para conocer las medidas exactas de cada ladrillo (largo, ancho y altura) que se ha tomado de la muestra; la importancia de este ensayo reside en el conocimiento de las medidas a la hora de utilizar las unidades de mampostería en un muro, estos deben tener medidas exactas, y en el caso de no tener medidas regulares, la junta que se le aplica para unir cada ladrillo debe aumentar o disminuir, esto es contraproducente ya que al usar una junta mayor a la especificada, la resistencia de la albañilería empieza a decaer.

Se utiliza la siguiente formula:

$$\%V = \frac{DN-LF}{DN} * 100$$

Personal

Investigadores:

- Avilés Garragate, Néstor André.
- Carrasco Arrieta, Roly Baresi.

Instrumentos

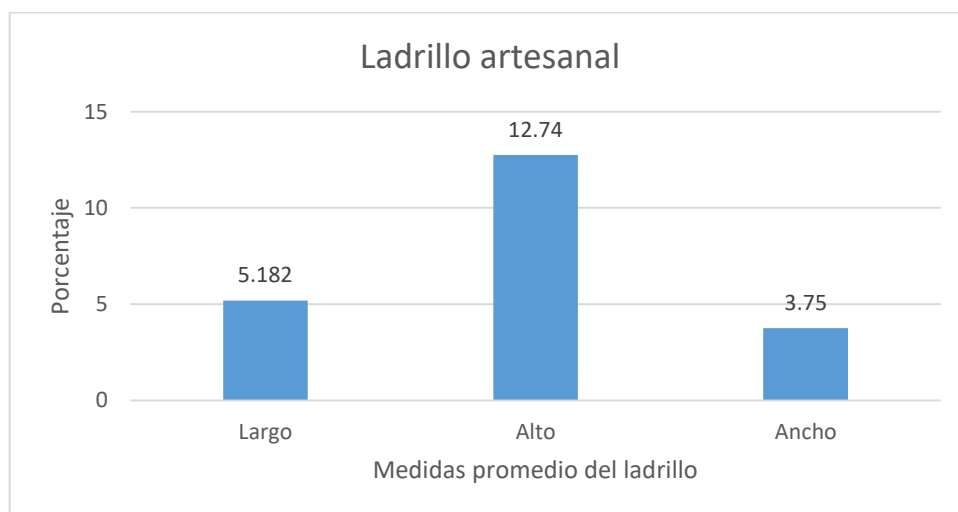
- Regla metálica

Procedimiento

Según Itintec 331.019, para realizar este ensayo, se deben tomar 10 ladrillos como muestra, y con la ayuda de una regla metálica, se procede a medir cada lado del ladrillo, tomando en total 2 medidas por lado de cada cara del ladrillo, recopilando así, los cuadros de valores para los ladrillos sin contenido PET y Ladrillos con PET en distintos porcentajes:

Ladrillo artesanal sin agregado PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°25).

Figura 01: Variación promedio de Dimensiones de ladrillo sin PET

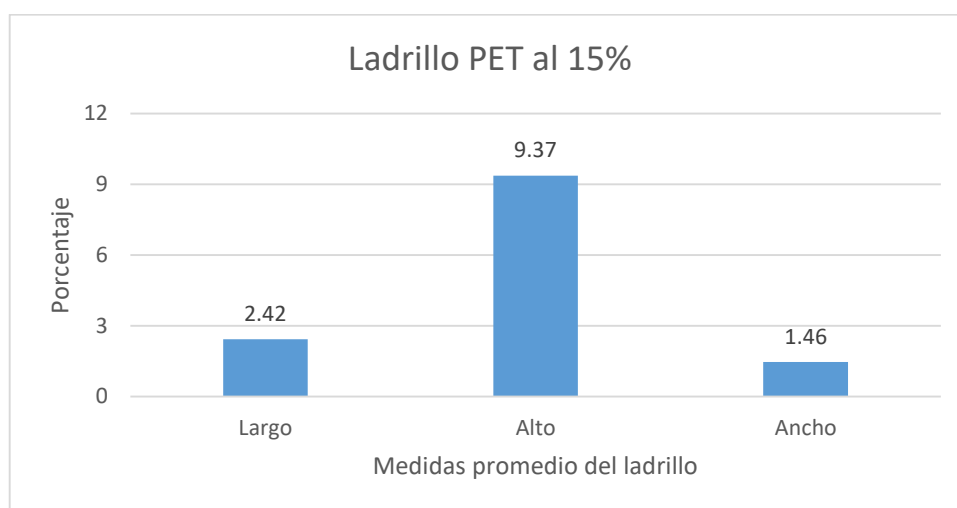


Fuente: Elaboración Propia de los investigadores

Interpretación: Según la Norma E 0.70 (Anexo xx), dice que ladrillos con medidas mayores a 15 cm, su variabilidad dimensional debe ser $\pm 4\%$, las medidas del ladrillo son 220 mm de largo, 95mm de ancho, y 120mm de alto(ver anexo xx); como se aprecia en la sección de promedios, el único valor que cumple son las medidas indicadas, es el ancho del ladrillo, dejando notar que la altura de los ladrillos que se tomaron como muestras, distan mucho del valor con el que el ladrillo debería salir según el molde que se utilizó para la elaboración.

Ladrillo artesanal con 15% del material PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°26).

Figura 02: Variación promedio de Dimensiones de ladrillo PET al 15%

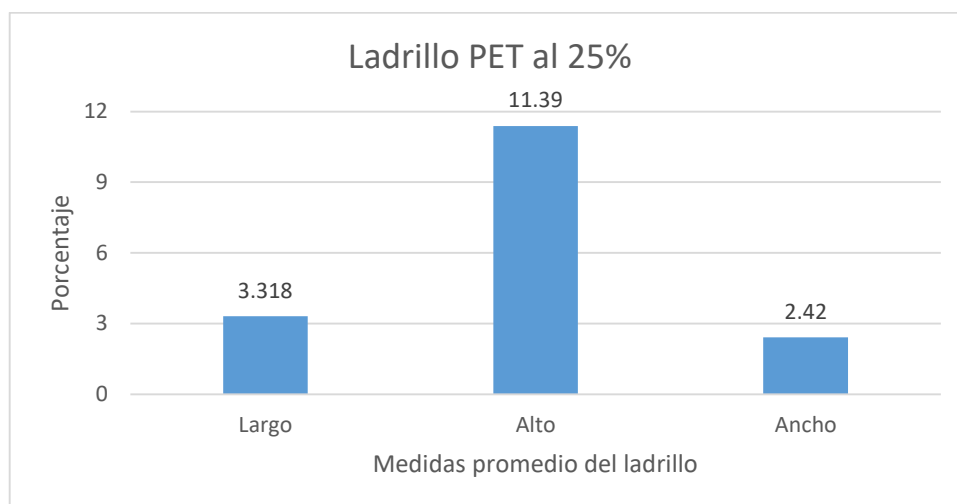


Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación: Como se aprecia en la sección de promedios, los valores han mejorado, entrando en los parámetros que la norma establece, sin embargo, el valor promedio que arroja por la altura, sigue sin entrar en las especificaciones que se espera, aunque respecto al anterior cuadro, se nota una leve mejora.

Ladrillo artesanal con 25% del material PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°27).

Figura 03: Variación promedio de Dimensiones de ladrillo PET al 25%



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación: Los valores que este cuadro expone, son similares al anterior, con el ligero cambio que, los promedios de los valores de largo, alto y ancho, han incrementado respecto al anterior cuadro, sin embargo, los valores de largo y ancho siguen estando dentro de lo permitido por la norma E 0.70, aunque, respecto al valor de altura, sigue sin cumplir.

Ladrillo artesanal con 50% del material PET

Respecto a los ladrillos artesanales a los cuales se les agrego 50% de PET, al momento de retirarlos del horno, algunos estaban quebrados y presentaban signos de no haberse compactado en su totalidad, por ende, no se cocinaron bien, tales sucesos imposibilitaron poder hacerle algún tipo de ensayo, descartándolos definitivamente (ver anexo 3: Documentos del capítulo 3 - Foto N°12).

Interpretación general del ensayo de variabilidad dimensional:

Como se lee en las interpretaciones puntuales de cada tabla, el ladrillo que no tiene agregado PET, no cumple con la totalidad de los estándares que la norma E 0.70 pide para este ensayo; respecto a los ladrillos con agregado PET al 15% y 25%, ambos no cumplen con el porcentaje de variabilidad permitido por la norma en la medida de altura, sin embargo se nota una mejora en sus medidas

del largo y ancho, siendo el ladrillo con agregado PET al 15% quien mejor se adecua con la norma , aunque incumpla con el porcentaje de variabilidad en la medida de la altura.

Ensayo de Alabeo

La realización de este ensayo determina la paridad que tiene cada lado del ladrillo con el fin de identificar si este posee incongruencias como curvaturas, ya sean cóncavas o convexas.

Personal

Investigadores:

- Avilés Garragate, Néstor André.
- Carrasco Arrieta, Roly Baresi.

Instrumentos

- Regla metálica.
- Regla normal.

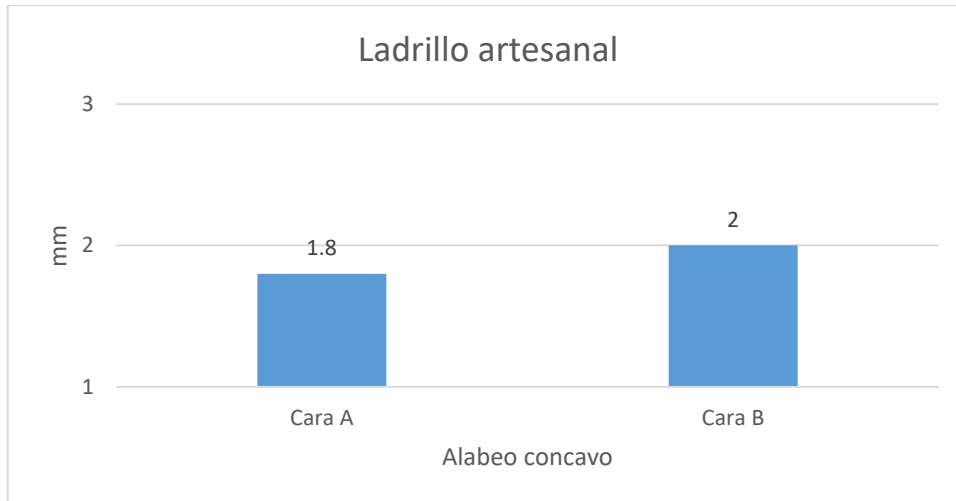
Procedimiento

Cuando la curvatura es hacia adentro del ladrillo, se conoce como alabeo cóncavo, para determinar los valores, se toma la regla y se coloca diagonalmente en una de las caras superiores del ladrillo, seguidamente se coloca la regla metálica milimetrada sobre la flecha máxima, anotando la medida que marca, se repite el mismo paso sobre la cara superior restante del ladrillo.

Existe otra variable que se llama alabeo convexo, este ocurre cuando se nota que la curvatura de la cara del ladrillo sobresale, para determinar este valor, se coloca la regla diagonalmente sobre una de las caras superiores del ladrillo, seguido, se coloca una regla milimetrada sobre la flecha máxima cercana a una de las esquinas y otra regla sobre la flecha máxima de la otra esquina de la diagonal, anotando el valor que se repita en ambas reglas; siguiendo estas indicaciones, se recopilaron los siguientes datos de acuerdo al tipo de ladrillo.

Ladrillo artesanal sin agregado PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°28).

Figura 04: Alabeo promedio del ladrillo sin PET

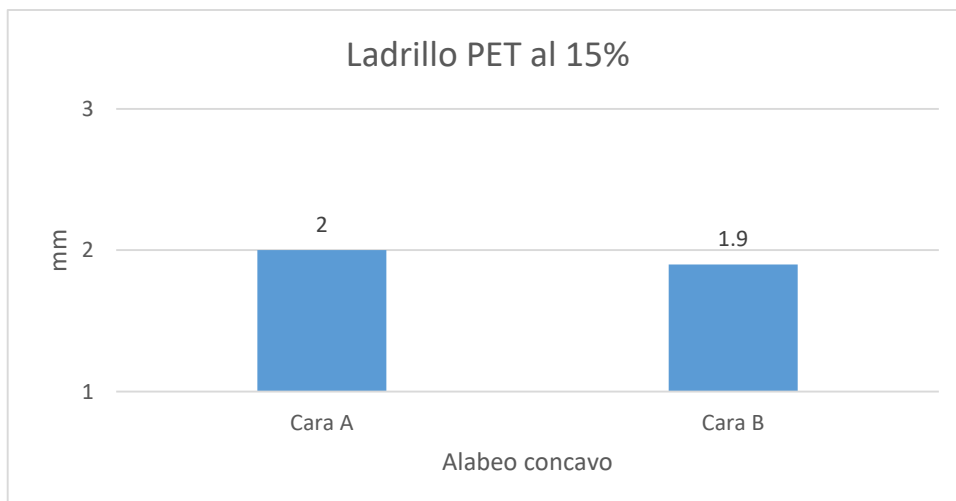


Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación: Las 10 muestras de ladrillo sin PET muestran un alabeo cóncavo mínimo no superior a 2mm, y un alabeo convexo nulo, los valores cumplen con los estándares de la norma E 0.70 el cual dice que el alabeo no debe superar los 10mm.

Ladrillo artesanal con 15% del material PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°29).

Figura 05: Alabeo promedio del ladrillo PET al 15%

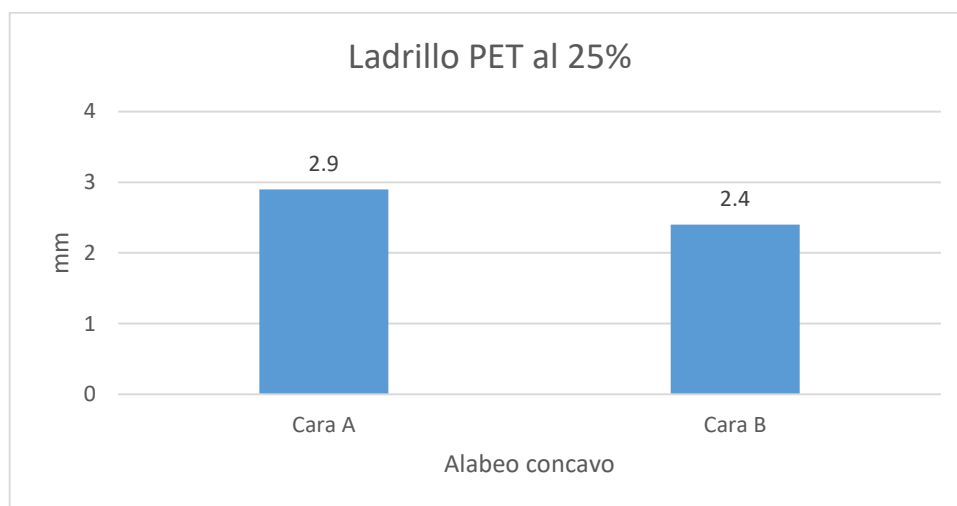


Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación: Las valores que muestran los ladrillos en esta sección, muestran de nuevo un alabeo cóncavo, los milímetros que estos tienen de alabeo, están dentro de los parámetros dados por la norma, no superando los 10mm

Ladrillo artesanal con 25% del material PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°30).

Figura 06: Alabeo promedio del ladrillo PET al 25%



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación: En esta sección, los ladrillos a los que se le agregaron 25% PET, muestran un alabeo cóncavo que cumple con la demanda de la norma, pero que, en comparación los anteriores cuadros, estos ejemplares tienen mayor alabeo cóncavo respecto a los anteriores.

Interpretación general del Ensayo de Alabeo

Los resultados que mostraron los ejemplares con distintos porcentajes PET vs ladrillo artesanal, muestran un alabeo cóncavo mínimo, y un alabeo convexo nulo, al revisar estos valores de los tres tipos de ladrillos, notamos que están dentro de los estándares que la norma E 0.70 permite, sin embargo cabe resaltar que el ladrillo con 25% PET posee mayores valores, que no son exagerados pero influyen al momento de elegir la mejor opción, respecto al ladrillos con 15% PET y ladrillo artesanal, poseen valores menores al anterior y que, comparados entre sí, no muestran un superioridad destacable uno del otro, pudiendo dejar libre la elección del mejor entre el ladrillo al 15% y ladrillo artesanal.

Ensayo de Absorción

Este ensayo nos permite conocer cuál es el porcentaje de agua que un ladrillo puede absorber después de 24 horas de sumergido.

Se utiliza la siguiente formula:

$$A = \frac{P_s - P_{SECO}}{P_{SECO}} * 100$$

Personal

Investigadores:

- Avilés Garragate, Néstor André.
- Carrasco Arrieta, Roly Baresi.

Instrumentos

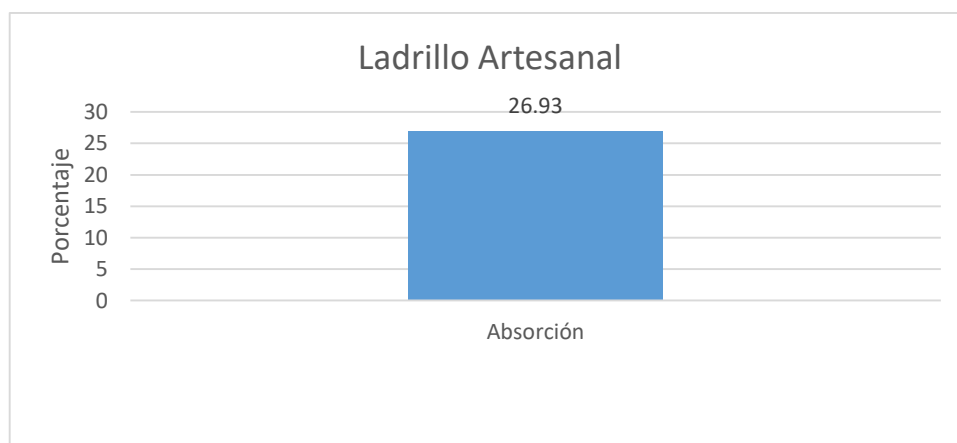
- Balanza
- Depósitos de agua con capacidad para sumergir las muestras.

Procedimiento

El ladrillo, se pesa en la balanza en seco, luego de anotar el valor, este es sumergido en uno de los depósitos que ya se tiene preparado hasta cubrir la totalidad del ladrillo por 24 horas, luego es sacado del depósito, y pesado dentro de los 5 minutos posteriores.

Ladrillo artesanal sin agregado PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°31).

Figura 07: Absorción promedio del ladrillo sin PET

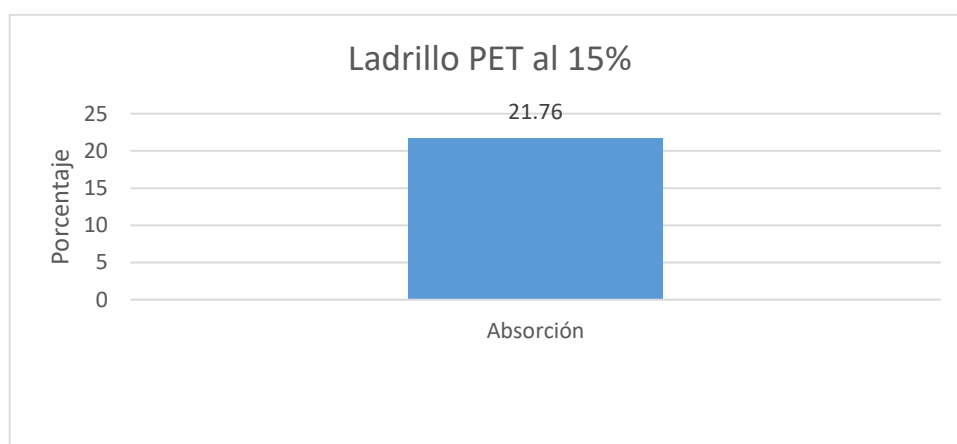


Fuente: Elaboración Propia de los investigadores

Interpretación: Los valores de absorción que arrojan las muestras no cumplen con los parámetros que la norma indica, ya que superan el porcentaje de absorción que es 25%, aunque podría catalogarse en ladrillo tipo I y II que no tienen porcentaje límite de absorción.

Ladrillo artesanal con 15% del material PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°31).

Figura 08: Absorción promedio del ladrillo PET al 15%

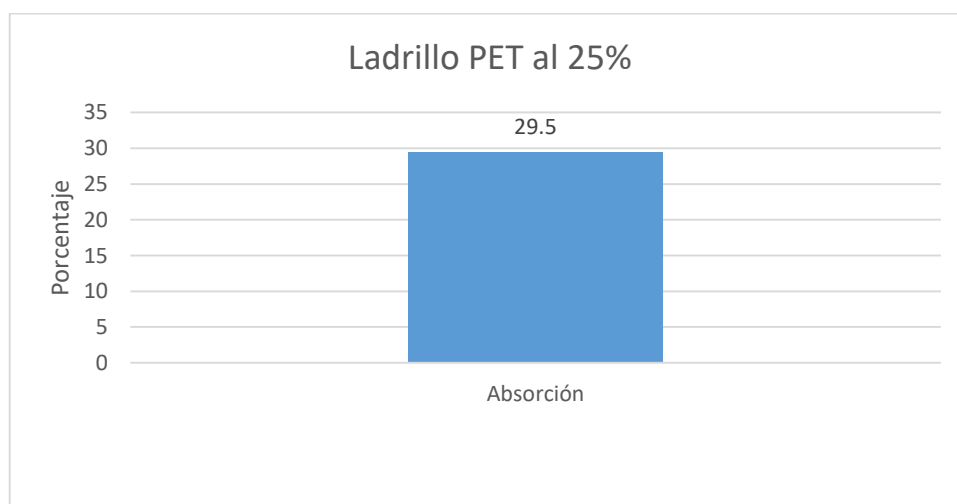


Fuente: Elaboración Propia de los investigadores

Interpretación: En la Figura #08, se puede observar que este tipo de ladrillo, arroja porcentajes de absorción menores a 25%, que es el máximo de absorción que los parámetros de la norma Itintec 331.017 contempla.

Ladrillo artesanal con 25% del material PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°31).

Figura 09: Absorción promedio del ladrillo PET al 25%



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación: Los valores de la Figura #09, indican que el porcentaje de absorción de los ladrillos PET al 25%, no cumple con estándares que la norma Itintec 331.017 establece, a excepción del ladrillo tipo I y II.

Interpretación general del Ensayo de Absorción.

En la comparativa del ladrillo artesanal y los ladrillos con porcentaje PET al 15% y 25%, quien destaca por cumplir los parámetros de la norma es el ladrillo PET al 15%, ya que los demás sobrepasan el porcentaje de absorción permitido.

Ensayo de Resistencia a la compresión

Este ensayo se realiza con la finalidad de determinar cuánto es la capacidad que un ladrillo puede resistir frente a una determinada carga hasta que finalmente se rompa.

Personal

Investigadores:

- Avilés Garragate, Néstor André.
- Carrasco Arrieta, Roly Baresi.

Instrumentos

- Prensa de compresión para rotura de concreto, con rango de 1133 a 113398 kgf marca Forney.
- Cemento
- Yeso

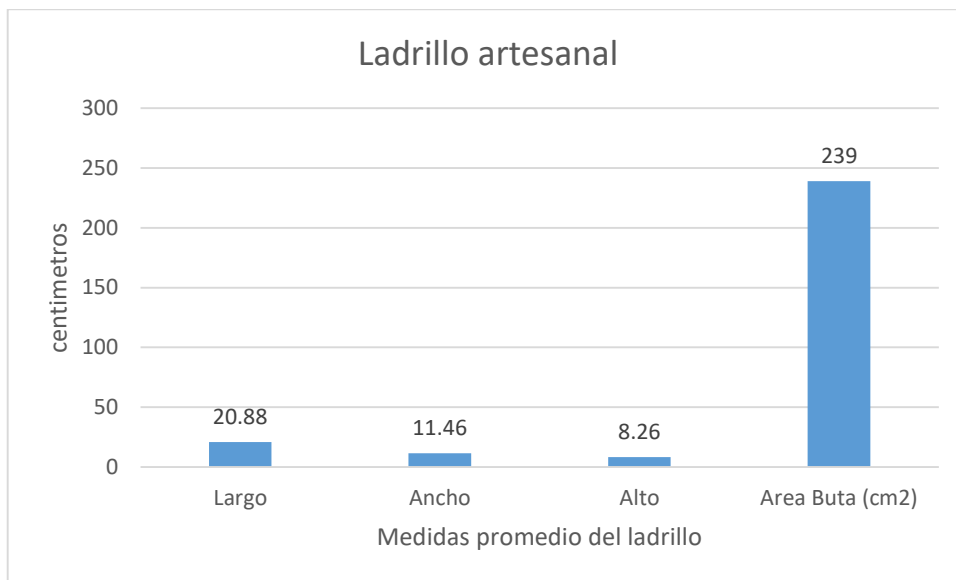
Procedimiento

El ladrillo antes de ser sometido a las cargas de la prensa, a este se le debe colocar una capa de diablo, que es la mezcla de cemento, yeso y agua, esta capa debe ser colocada en ambas caras superiores del ladrillo, luego se deja

secar por 24 horas, pasado el tiempo, el ladrillo es introducido en la maquina colocándole una plancha metálica en ambas caras superiores del ladrillo.

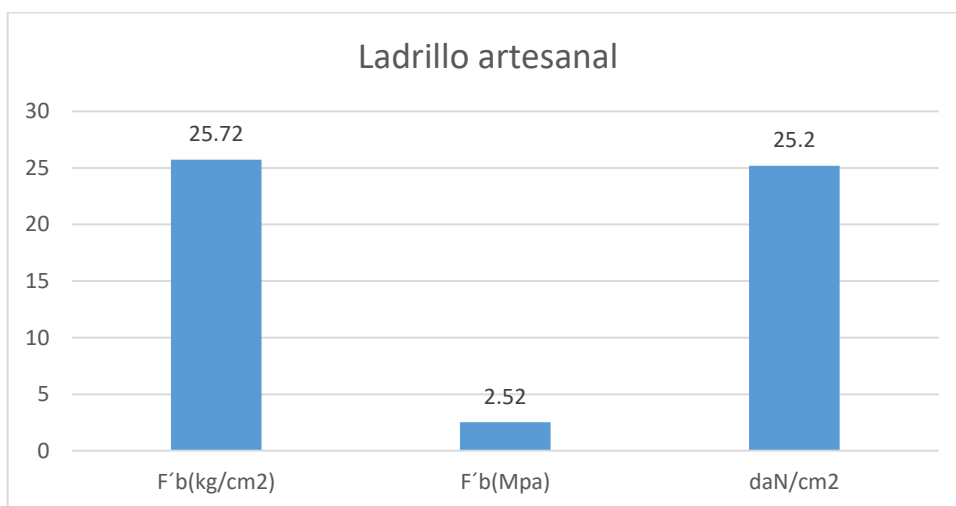
Ladrillo artesanal sin agregado PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°32).

Figura 10: Medidas promedio del ladrillo sin PET



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Figura 11: Resistencia promedio del ladrillo sin PET



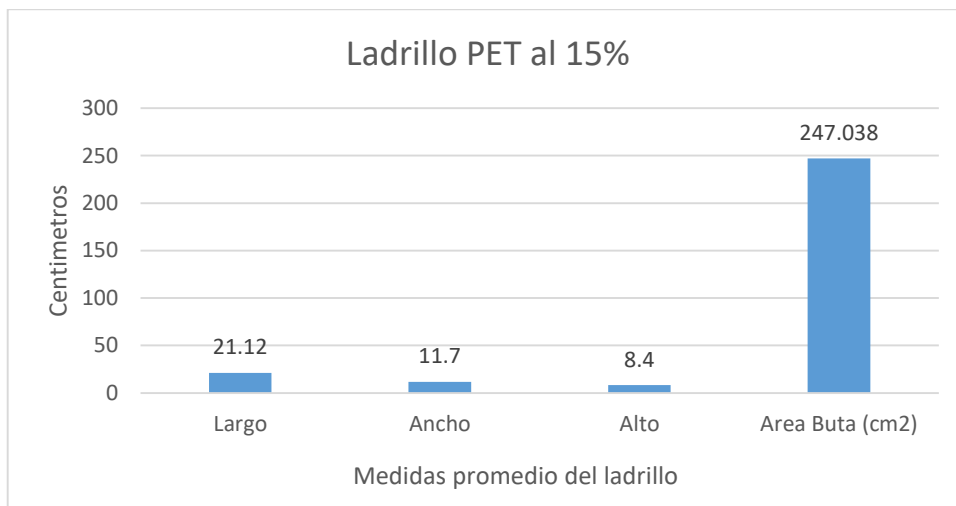
Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación: La resistencia promedio de las 5 muestras de ladrillo artesanal, arrojan como resultado 25.2 daN/cm², según la norma E 0.70, la resistencia mínima que debe tener un ladrillo es de 60 daN/cm², los valores muestran que

este tipo de ladrillo artesanal no puede ser usado para fines estructurales, ya que no cumple con el estándar mínimo requerido.

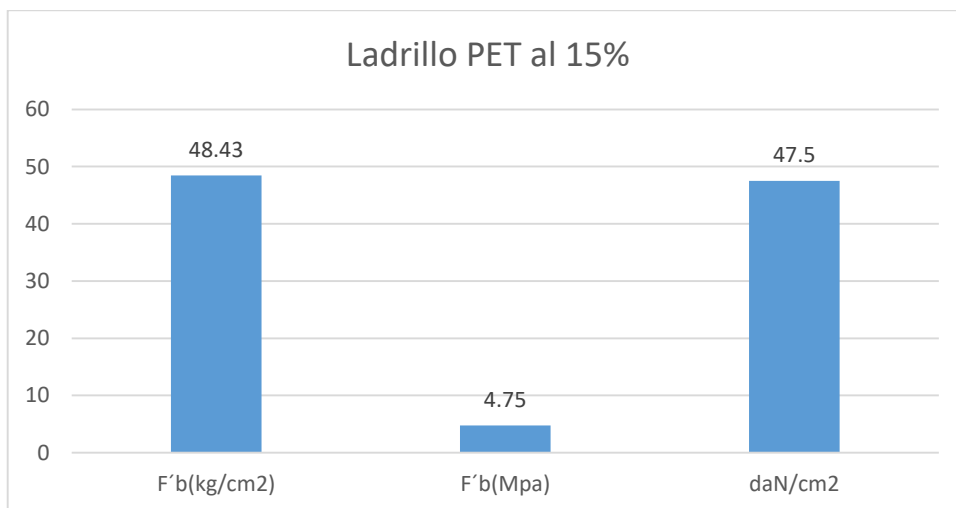
Ladrillo artesanal con 15% del material PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°33).

Figura 12: Medidas promedio del ladrillo PET al 15%



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Figura 13: Resistencia promedio del ladrillo PET al 15%

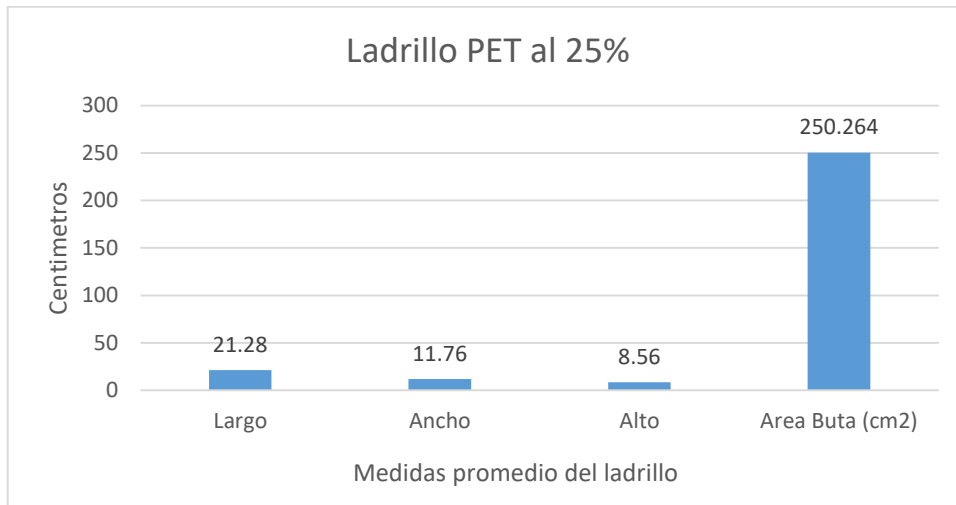


Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación: Las muestras expuestas al ensayo de compresión dan un resultado promedio de 47.5 daN/cm², el cual tampoco cumple con lo establecido con la norma, aunque se ve un gran incremento respecto al ladrillo artesanal.

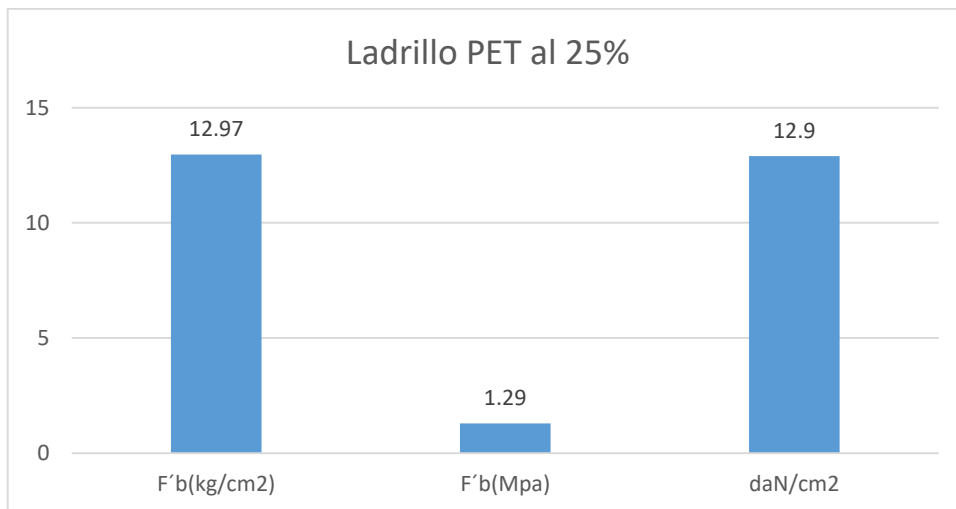
Ladrillo artesanal con 25% del material PET (ver anexo 3: Documentos del capítulo 4 - Foto N°34).

Figura 14: Medidas promedio del ladrillo PET al 25%



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Figura 15: Resistencia promedio del ladrillo PET al 25%



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación: La resistencia promedio de las 5 muestras de ladrillo con 25% PET no cumple con la resistencia mínima requerida que la norma exige para ser catalogado como ladrillo tipo 1.

Interpretación general del Ensayo de Resistencia a la compresión

Según los resultados promedios de los 3 tipos de ladrillo, ninguno cumple con lo establecido con la norma E 0.70, el cual indica que la resistencia mínima debe ser de 60 daN/cm², sin embargo, se nota un gran incremento de resistencia al ladrillo que se le agrego 15% de agregado PET, otorgando los mejores resultados.

En cuanto al segundo objetivo, determinar el mejor diseño de mezcla para lograr un ladrillo con mejores propiedades físicas y mecánicas, se hicieron los distintos ensayos que están expuestos en el primer resultado, tomando como base dichos valores, se determinó que el ladrillo elaborado con 15% de agregado PET demostró mejores valores en cuanto a los ensayos dimensionamiento y alabeo, absorción, y resistencia de compresión (ver desarrollo del objetivo uno).

El ladrillo elaborado con 15% PET despunta como el mejor tipo ladrillo dentro de los 4 tipos de ladrillo propuestos, aunque tiene ciertas falencias como el que se encuentra en el ensayo de variación dimensional, en cuanto a la altura no logra alcanzar la variación permitida por la norma, quedando por debajo de los valores, y respecto al ensayo de resistencia a la compresión, no logra alcanzar la resistencia mínima requerida, pero fue el ladrillo que demostró mejor resistencia a la compresión.

Como tercer objetivo se tiene determinar el costo - beneficio de un ladrillo elaborado con mortero de material PET respecto del ladrillo artesanal (22x12x9.5) en el distrito de Sullana. Piura 2020. Para este objetivo solo se tomó en cuenta el costo unitario con todos los materiales de su fabricación del ladrillo PET ya que el costo del ladrillo artesanal lo establece la misma empresa.

Mano De Obra

Cuadrilla: Es la cantidad de personas que se requiere para realizar un trabajo o una actividad. Para la elaboración de los ladrillos PET se requiero de 2 peones

$$cantidad = \frac{\# \text{ de obreros} * \text{jornada de trabajo}}{\text{Rendimiento}}$$

$$c = \frac{2 * 8}{80} = 0.2$$

Tabla 07: Materiales

| INSUMOS | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO(s/.) | PRECIO TOTAL |
|--------------|--------|----------|----------------------|--------------|
| Materiales | | | | |
| Arena gruesa | M3 | 0.1152 | 50.00 | 5.76 |
| Agua | M3 | 0.216 | 1.30 | 0.28 |
| Ceniza | M3 | 0.0576 | 25.00 | 1.44 |
| Arcilla | M3 | 0.7488 | 30.00 | 22.46 |
| TOTAL | | | | 29.94 |

Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Para 15%:

$0.7488 \times 15\% = 0.11232$ de plástico

$0.7488 - 0.11232 = 0.63648$ arcilla

Tabla 08: Insumos para ladrillo PET al 15%

| INSUMOS | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO(s/.) | PRECIO TOTAL |
|--------------|--------|----------|----------------------|--------------|
| Materiales | | | | |
| Arena gruesa | M3 | 0.1152 | 50.00 | 5.76 |
| Agua | M3 | 0.216 | 1.30 | 0.28 |
| Ceniza | M3 | 0.0576 | 25.00 | 1.44 |
| Arcilla | M3 | 0.63648 | 30.00 | 19.09 |
| Plástico | M3 | 0.11232 | 1.20 | 0.13 |
| TOTAL | | | | 26.7 |

Fuente: Elaboración propia de los investigadores

PARA 25%

$0.7488 \times 25\% = 0.1872$ plástico

$0.7488 - 0.1872 = 0.5616$ Arcilla

Tabla 09: Insumos para ladrillo PET al 25%

| INSUMOS | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO(s/.) | PRECIO TOTAL |
|--------------|--------|----------|----------------------|--------------|
| Materiales | | | | |
| Arena gruesa | M3 | 0.1152 | 50.00 | 5.76 |
| Agua | M3 | 0.216 | 1.30 | 0.28 |
| Ceniza | M3 | 0.0576 | 25.00 | 1.44 |
| Arcilla | M3 | 0.5616 | 30.00 | 16.85 |
| Plástico | M3 | 0.1872 | 1.20 | 0.22 |
| TOTAL | | | | 24.55 |

Fuente: Elaboración Propia por los investigadores

PARA 50%

$0.7488 \times 50\% = 0.3744$ Plástico

$0.7488 - 0.3744 = 0.3744$ Arcilla

Tabla 10: Insumos para ladrillo PET al 50%

| INSUMOS | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO(s/.) | PRECIO TOTAL |
|--------------|--------|----------|----------------------|--------------|
| Materiales | | | | |
| Arena gruesa | M3 | 0.1152 | 50.00 | 5.76 |
| Agua | M3 | 0.216 | 1.30 | 0.28 |
| Ceniza | M3 | 0.0576 | 25.00 | 1.44 |
| Arcilla | M3 | 0.3744 | 30.00 | 11.23 |
| Plástico | M3 | 0.3744 | 1.20 | 0.45 |
| TOTAL | | | | 19.16 |

Fuente: Elaboración Propia por los investigadores

Interpretación: Como se observa, para la fabricación de 500 ladrillos en los porcentajes al 15% de PET se necesita una cantidad de 0.1152 de arena gruesa, 0.0576 de ceniza, 0.63648 arcilla, 0.11232 de plástico, 25% de PET se necesita una cantidad de 0.1152 de arena gruesa, 0.0576 de ceniza, 0.5616 arcilla, 0.1872 de plástico y 50% de PET, necesito una cantidad de 0.1152 de arena

gruesa, 0.0576 de ceniza, 0.3744 arcilla, 0.3744 de plástico y sus costos unitario del ladrillo elaborado con material PET es menor a comparación de un ladrillo artesanal, cuyo valor oscila entre s/3.00 – s/10 por unidad.

Rendimiento

Tabla 11: Rendimiento

| Dimensiones del ladrillo artesanal | | | Peso Unitario |
|------------------------------------|-------|------|---------------|
| Largo | Ancho | Alto | |
| 22 | 12 | 9.5 | 3KG/UND |

Fuente: Elaboración propia de los investigadores

a) Número de ladrillos a lo largo de la pared

$$\text{Número de ladrillos} = \frac{1}{(0.22+0.015)} = 4.25 \text{ ladrillos}$$

b) Número de ladrillos a lo alto de la pared

$$\text{Número de ladrillos} = \frac{1}{(0.12+0.015)} = 7.41 \text{ ladrillos}$$

c) Número de ladrillos en total de la pared

$$\text{Total} = 4.25 * 7.41 = 31.50 \text{ ladrillos}$$

EN 1m² de pared entran 31.50ladrillos

V. DISCUSIÓN

Respecto al primer objetivo, establecer las propiedades físicas - mecánica de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E0.70 respecto del ladrillo artesanal, los resultados encontrados en el ladrillo con mortero de material PET al 15%, presentó mejoras en las propiedades físicas y mecánicas tales como: en absorción (21.76%), variación dimensional (2.42% de largo, 1.46% de ancho y 9.37% de altura), alabeo cóncavo mínimo (cara A con 2 mm y cara B con 1.9mm), aunque mejoró en algo su resistencia (47.5 daN/cm²), no se llegó a cumplir con los parámetros de la norma. Mientras con las dosis de 25% y 50% de material PET incluido en mortero no cumplieron con ningún parámetro de las propiedades físicas-mecánicas. También en la investigación de ECHEVARRÍA (2017), donde probó las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo hecho con material PET al 3%, 6% y 9%, los resultados obtenidos fueron que las propiedades físicas y mecánicas no cumplían con lo establecido en la norma, habían vacíos en cuanto a las cantidades establecidas para la absorción, alabeo, etc., pero sin embargo si se encontraba cierta resistencia al agregarse pequeñas dosis de este material, mejorando su resistencia pero no llegaba a los índices establecidos por norma. Así también otra investigación como la de PIÑEROS Y HERRERA (2018) donde realizan también una mezcla para hacer un ladrillo artesanal con mortero de material PET al 19%, 20% y 25% tampoco llegó a cumplirse con los parámetros establecidos en los componentes de la resistencia. Lo único que mejora el material PET es la resistencia, pero a cierta cantidad, ya no a mayores cantidades.

Así mismo según la norma E 0.70 indica que la variación dimensional debe ser $\pm 4\%$ para ladrillos con medidas mayores a 15cm; para el alabeo los valores no deben superar los 10mm; para la absorción el porcentaje máximo debe ser 25%, para la resistencia mínima que debe tener un ladrillo es de 60 daN/cm²; y en los resultados de la presente investigación no la alcanza, por lo tanto ahí se deniega, aceptando la hipótesis h₀ donde no hay aportes positivos en el mortero hecho a base de material PET, por lo que no cumple con los estándares que establece la norma en cuanto a la variación dimensional, alabeo, absorción y resistencia.

Respecto al segundo objetivo, establecer el diseño de mezcla de un ladrillo con mortero de material PET según E0.70 respecto de un ladrillo artesanal, se obtuvieron mejoras en los resultados con el diseño de mezcla del ladrillo de material PET al 15%, el cual demostró buen desempeño en los ensayos de dimensionamiento, alabeo, absorción y resistencia de compresión, mientras que a mayores porcentajes del 25% y 50% disminuían su resistencia. Asimismo, en la investigación de GONZÁLEZ (2016), donde se realizó mezclas al 5%, 10% y 15% de ladrillos con material PET se obtuvieron resultados que no cumplían con los estándares de la norma, sin embargo, al porcentaje del 5% la resistencia no disminuía mucho logrando ser una mezcla adecuada, mientras que al 10% y 15% la resistencia tendía a disminuir en gran proporción. Deduciendo de esta forma que el diseño de mezcla adecuado para la elaboración del ladrillo de material PET se obtiene de adicionar este material en ciertas cantidades no mayores además de obtener mejoras en los ensayos correspondientes a sus propiedades.

Y finalmente para el tercer objetivo, determinar el costo - beneficio de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E0.70 respecto del ladrillo artesanal, en nuestra investigación se realizó un análisis de costo unitario, del ladrillo elaborado con material PET es menor a comparación de un ladrillo artesanal, cuyo valor oscila entre s/3.00 – s/10 por unidad. También se tiene la investigación de PIÑEROS Y HERRERA (2018), donde se realizó un estudio técnico y económico al aplicar agregados PET en bloques para viviendas, logrando así un incremento mínimo para el financiamiento del mencionado proyecto a llevar a cabo en posteriores años.

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que las propiedades físicas y mecánicas del mortero para ladrillo con material PET, solo con mezcla del 15% de éste consigue la propiedad a la resistencia a la compresión (47.5 daN/cm²); mientras que el experimento al 25% y 50% de mezcla con material PET no lograron obtener propiedades físicas -mecánicas según norma.
2. El diseño de mezcla a determinar para un ladrillo con mortero de material PET resultó de experimentar cuatro dosis, una de ellas sin PET, y los tres restantes de 15%, 25%, 50% adicionando PET, siendo el óptimo el elaborado con 15% de agregado PET indicando mejores datos con respecto a los ensayos de variabilidad dimensional, alabeo, absorción y resistencia a la compresión, de esta manera fue el diseño que presentó mayor progreso de los cuatro que se experimentaron.
3. El costo- beneficio de un ladrillo elaborado con mortero de material PET en comparación al ladrillo artesanal se logró determinar mediante un análisis de costo unitario plasmando los materiales de la fabricación del ladrillo PET cuyo valor oscila entre s/3.00 – s/10 por unidad a comparación de un ladrillo artesanal.
4. En general las propiedades físicas y mecánicas de mortero con material PET no cumplieron en algunas cantidades según norma, pero con la mezcla al 15% mejoro su resistencia a la compresión. En el diseño de mezcla si se consiguió una elaboración optima al 15% de agregado de material PET alcanzando un alabeo, absorción en buen estado para el ladrillo con material PET y finalmente en el costo beneficio por precio unitario el ladrillo con material de PET es un ladrillo más barato.

VII. RECOMENDACIONES

Ampliar los estudios del diseño de ladrillos elaborados con mortero de material PET en distintas cantidades, pero ya no con ladrillos artesanales, ya que, por más que la arcilla de la cantera sea de muy alta calidad, este se ve socavado por los errores que puede cometer el encargado de la elaboración de los ladrillos artesanales, caso contrario sucede con los ladrillos maquinados, ya que este elimina el factor del error humano en su elaboración, el cual asegura un mejor cuidado y manejo de cantidades en el diseño de los ladrillos. Emplear el ladrillo artesanal como elemento no estructural debido a las bajas resistencias que resultan en los ensayos realizados.

Usar dosis mínimas de material PET en el diseño de mezcla, estas dosis no deben sobrepasar el 25% del total de la mezcla, ya que el ladrillo mejora sus características cuando el porcentaje de agregado PET es equivalente al 15%, y estos valores empiezan a decaer en cuanto se va agregando más PET, siendo 25% un valor que mejora el ladrillo, pero que sus valores están por debajo de los obtenidos con una mezcla al 15%.

Realizar estudios en cuanto al uso de material PET en la construcción civil porque talvez en la elaboración de ladrillos no pueda dar resultados, pero si en la elaboración de adoquines de concreto de mezclas para mortero o para asentado de ladrillo y otros.

REFERENCIAS

AKINYELE y TORIOLA. The effect of crushed plastics waste on the structural properties of sandcrete blocks. Nigeria: African Journal of Science, Technology, Innovation and Development, 2018. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/10.1080/20421338.2018.1496614>. ISSN: 2042-1338.

AKINYELE; IGNA y ADIGUN. Effect Of Aste Pet On The Structural Properties Of Burnt Bricks. Abeokuta, Nigeria: Department of Civil Engineering, Federal University of Agriculture, 2020. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468227620300399?via%3Dihub>. ISSN: 2468-2276

ALIGHIRI; YASIN; ROHMAWATI y DRASTISIANI. Processing of recycled waste PET (polyethylene terephthalate) plastics bottle into for the lightweight and reinforcement bricks. Indonesia: Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, 2019. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1321/2/022023/pdf>.

ANGUMBA, Pedro. Ladrillos Elaborados Con Plástico Reciclado (Pet), Para Mampostería No Portante. Tesis (Maestría En Construcciones). Cuenca: Universidad de Cuenca, 2016. 80pp. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25297>

AZMI; KHALID; IRAN; MAZEENAN; SHAHIDAN y ZAHIR. Performance Of Composite Sand Cement Brick Containing Recycle Concrete Aggregate And Waste Polyethylene Terephthalate With Different Mix Design Ratio. Malaysia: Faculty of Civil and Environment Engineering, 2018. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/140/1/012129/pdf>
ISSN:140(2018) 012129)

BAENA, Guillermina. Metodología de la Investigación. 3ª ed. México 2017. Disponible en: http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf ISBN: 978-607-744-748-1

CABRERA, Oswaldo y RUALES, Richard. Bases de diseño para la construcción sostenible con mampostería de ladrillo tipo pet; segunda etapa. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Quito: Universidad central del Ecuador, Facultad de Ingeniería, ciencias físicas y matemáticas (2017). 168pp. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/12022>

CAMPOS, Katherine; GOMEZ, Fiorella; MONTERO, María; PANTOJA, Francisco y PASCO, Jorge. Diseño Del Proceso De Producción De Ladrillos Basados En Plástico Reciclado. Piura: Universidad De Piura, Facultad De Ingeniería, 2019. 262pp. Disponible en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4292/PYT_Informe_Final_Proyecto_Ladrillos_PET.pdf?sequence=1&isAllowed=y

COLLADO, Carlos; LUCIO, Pilar y SAMPIERI, Roberto. Metodología de la investigación. Mc Graw-Hill Interamericana, Mexico, D.F.2013.

Disponible: <http://metodos-comunicacion.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/219/2014/04/Hernandez-Sampieri-Cap-1.pdf>

CHAU HAN;BHUSHAN;SHANKAR y Khan . Fabrication and Testing of Plastic Sand Bricks. India : Department of Mechanical Engineering, G.L. Bajaj Institute of Technology &Management,2019. Disponible en : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/691/1/012083/pdf> ISSN: 691 (2019) 012083

DANDEKAR;SURESH y SINGH. Compressive property of newly developed composite material from Polyethylene terephthalate (PET) waste and mild steel poder. India: Cummins College of Engineering for Women,2019. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785319332328?via%3Dihub>.ISSN: 2214-7853.

DEEPAK;VARUN;RANJAN;LLOYD y VIKHYAT. Processing of Waste Plastics into Building Materials Using a Plastic Extruder and Compression Testing of Plastic Bricks. India: Department of Mechanical Engineering,2015. Disponible en: <http://article.sapub.org/10.5923.c.jmea.201502.08.html#Ref>

ECHEVARRIA, Evelyn. Ladrillos De Concreto Con Plástico Pet Reciclado. Tesis (Título De Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional De Cajamarca, Facultad De Ingeniería, 2017. 173pp.

Ecoladrillos: Una propuesta para reducir la acumulación de plástico en Piura. InfoMercado: Piura-Perú, 24 Julio 2019. Disponible en: <https://infomercado.pe/ecoladrillos-una-propuesta-para-reducir-la-acumulacion-de-plastico-en-piura/>

FANBO; YIZHANG y HONGYA. Mix Proportion And Mechanical Properties Of Recycled. China: Shandong Experimental High School,2014. Disponible en: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.919-921.1990>

GAGGINO, Rosana; KREIKER, Jeronimo; MATTIOLI, Denise Y ARGUELLO,Ricardo. Emprendimiento De Fabricación De Ladrillos Con Plastico Reciclado Involucrando Actores Públicos Y Privados. Bell Ville-Cordoba: Centro Experimental De La Vivienda Económica,2015. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/56370>. ISSN: 0328-1337

GAGGINO,Rosana. Salubridad, Sustentabilidad Ecológica Y Costo De Tecnologías Constructivas Para La Vivienda De Interés Social. Resistencia,Argentina: Universidad Nacional del Nordeste,2014. Vol.XVII. ISSN: 1666-6186.

GALAN,Carmen; RIVERA,Carlos y GARCIA;Antonio. Use of Natural-Fiber Bio-Composites in Construction versus Traditional Solutions: Operational and

Embodied Energy Assessment. Sevilla: Institute of Architecture and Construction Science,2016. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/9/6/465>.

GARCIA, Cesar; GARCIA, Maria y VACA, Martha. Resistencia Mecánica De Ladrillos Preparados Con Mezclas De Arcilla Y Lodos Provenientes Del Tratamiento De Aguas Residuales. Bogota,2013. Vol. XVII. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v17n38/v17n38a06.pdf>

GARCIA,Verduch. Efectos Físicos Del Tratamiento De Las Masas Arcillosas Con Vapor De Agua. Madrid: Instituto de Cerámica y Vidrio Arganda del Rey,2013. Disponible en : <http://boletines.secv.es/upload/198322203.pdf>

GE, Zhi; YUE, Hongya y SUN, Renjuan. Properties Of Mortar Produced lth Recycled Clay Brick Aggregate And Pet. China: Department of Transportation Engineering, School of Civil Engineering, Shandong University, Jinan 250061, China,2015. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.05.081>

GONZALES, Roberto. Propiedades Físicas Y Mecánicas De Ladrillos De Concreto Con La Incorporación De Pet En Diferentes Porcentajes. Tesis (Título De Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada Del Norte, Facultad De Ingeniería Civil, 2016. 313pp.

GOMEZ,Cristian. Análisis económico de la implementación de bloques plásticos reciclados en diferentes proyectos de construcción en la ciudad de Villavicencio Tesis (Título de Gerencia de obras). Bogata: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, (2019).117pp. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/24601>

GOMEZ,Erika y GUZMAN,Marcela. Comparación entre las propiedades físicas y mecánicas de los bloques fabricados con viruta de plástico PET y los bloques tradicionales de acuerdo a la norma NTE INEN 3066.Tesis(Título de Ingeniera civil). Quito: Universidad central del Ecuador, Facultad de Ingeniería, ciencias físicas y matemáticas (2019). 157pp. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18759>

GUERRERO, Gustavo; ESPINEL, Edin; SANCHEZ, Heller. Análisis De Temperaturas Durante La Cocción De Ladrillos Macizos Y Sus Propiedades Finales. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José De Caldas,2016. Vol. XXI. ISSN: 0123-921X.

HAQUE y SAZZADUL. Sustainable Use Of Plastic Brick From Waste Pet Plastic Bottle As Building Block In Rohingya Refugee Camp:A Review. Bangladesh: Department of Civil and Environmental Engineering, North South University, Dhaka,2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06843-y>.

HERNADEZ, Roberto, FERNANDO, Carlo y BAPTISTA,Pilar. Metodología de la investigación científica. 6ª ed. México 2014

Disponible en : <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf> ISBN: 978-1-4562-2396-0

HOUSSAME, Limanmi; IMAD, Manssouri; KHALID, Cherkaoui y ASMAE, Khaldoun. Study Of The Suitability Of Unfired Clay Bricks With Polymeric HDPE & PET Wastes Additives As A Construction Material. Morocco: Laboratory of Sustainable Energy Materials, Al Akhawayn University, 2020. Vol. XXVII. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100956>. ISSN: 2352-7102

INFANTE, Josefina y VALDERRAMA, Claudia. Analisis Técnico, Económico Y Medioambiental De La Fabricación De Bloques De Hormigón Con Polietileno Tereftalato Reciclado (Pet). Santiago: Escuela De Construcción Civil, Facultad De Ingeniería, Pontificia Universidad Católica De Chile, 2019. Vol. XXX. ISSN: 0718-0764.

INTINTEC 331.017. Norma Técnica Peruana, Lima, Perú, 2013.

INTINTEC 331.018. Norma Técnica Peruana, Lima, Perú, 2013.

INTINTEC 331.019. Norma Técnica Peruana, Lima, Perú, 2013.

JASSIM, Ahmad. Recycling Of Polyethylene Waste To Produce Plastic Cement. Stellenbosch, South Africa: University Of Basrah, College Of Engineering, Materials Engineering Department, Basrah, Iraq, 2016. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.081>.

KHALID, Faisal; BAZILAH, Nurul y Natasya, Puteri. The mechanical properties of brick containing recycled concrete aggregate and polyethylene. Malaysia: Faculty of Civil and Environmental Engineering. Disponible en : <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183401001>.

Lo que contamina un ladrillo. España: Madrid (09 de julio 2010). Recuperado de: <https://blogs.elpais.com/eco-lab/2010/07/lo-que-contamina-un-ladrillo.html>

Eco ladrillos se alzan como material sustentable de construcción. Chile (17 de febrero 2014). Disponible en: <https://www.dw.com/es/ladrillos-ecol%C3%B3gicos-made-in-argentina/a-41786568>

Ladrillos ecológicos "made in Argentina". Argentina: Córdoba (13 de diciembre 2017). Disponible en: <https://www.dw.com/es/ladrillos-ecol%C3%B3gicos-made-in-argentina/a-41786568>

Ladrillos ecológicos: en pro del medio ambiente. Disponible en : <https://circulotne.com/ladrillos-ecologicos-en-pro-del-medio-ambiente.html>

LIMAMAMI; MANSSOURI; CHERKAOU; KHALDOUN y SAADAOU. Thermal Performance Of Unfired Lightweight Clay Bricks With Hdpe & Pet Waste Plastics Additives. Morocco: Laboratory of Mechanics, Mechatronics, and Command, Team of Electrical Energy, 2020. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101251>

MALDONADO, Andrea; Corvalan, Angele; COHECA, Delia y MONTEIRO, Magna. Setting time of ecological bricks with different percentage PET. Paraguay: Science and Technology Conference, 2017. Vol. MMXVIII. Disponible en : <https://doi.org/10.18502/keg.v3i1.1440>.

MARTINEZ, Alejandro y COTE, Mónica. Diseño Y Fabricación De Ladrillo Reutilizando Materiales A Base De Pet. Santander: Universidad De Santander. Vol.X. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4974825>. ISSN:0122-6517.

MATARAZZO,Francisco. Obtention of soil cement bricks through addition of PET (Polyethylene Terephthalate) wastes. Sao Paulo:Universidade Nove De Julho,2010.

MAURE, José; CANDANEDO, María; MADRID, Jeancarlos y BOLOBOSKY, Marco. Fabricación De Ladrillos A Base De Polímeros Pet Y Virutas Metálicas. Panamá: Universidad Tecnológica De Panama,2018. Vol.IV. Disponible en: <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.0.1816>.

MAZENAN; KHALID; IRWAN,y AYOP. Review Of Recycles Concrete Aggregate And Polyethylene Terephthalate In The Manufacturing Of Brick. Malasia: Department of Structural and Material, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Batu Pahat, Johor,2018.Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/401/1/012033>.

MENDIVIL,Miguel; GOMEZ, Manuel; ALMARAL, Luis y GUADALUPE, Francisca. Metamorphosis in the Porosity of Recycled Concretes Through the Use of a Recycled Polyethylene Terephthalate (PET) Additive. Correlations between the Porous Network and Concrete Properties. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5459097/>

MENDOZA, Nilo. Industria ladrillera mueve al año S/ 1,600 millones, según ALACEP. Gestión:Lima,Perú, 27 septiembre 2017. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/industria-ladrillera-mueve-ano-s-1-600-millones-alacep-144334-noticia/?ref=gesr>

MUÑOZ, Jose; ESPINOSA, Lester y GUEVARA, Rolando. Estudio De La Resistencia Mecánica A La Compresión De Ladrillos Elaborados A Partir De Mezclas Arcilla Roja-Cemento Portland. Lima: Universidad Nacional De Ingeniería,2014. Vol. XXVII. ISSN: 18186742.

NAMUCHE, Luis; FIESTAS, José; GARCIA, Franklin; JIMENEZ, Camilo y MARTINEZ, Roque. Diseño De Una Planta De Fabricación De Ladrillo A Partir De Plástico Reciclado En El Parque Industrial Piura Futura. Piura: Universidad De Piura, Facultad De ingeniería,2019. 146pp.

PALACIOS, FRANK. Estudio Comparativo De Las Propiedades Fisico-Mecánicas Del Ladrillo Artesanal De Las Ciudades De Sullana-Paita-Piura-Morropón. Tesis (Título De Ingeniero Civil). Piura: Universidad Nacional De Piura, Facultad De Ingeniería Civil,2019. 135pp.

PIÑEROS, Miller y HERRERA, Rafael. Proyecto De Factibilidad Económica Para La Fabricación De Bloques Con Agregados De Plástico Reciclado (Pet), Aplicados En La Construcción De Vivienda. Tesis (Trabajo De Grado). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Facultad De Ingeniería,2018. 118pp.

Reglamento Nacional De Edificaciones. Ministerio De Vivienda, Construcción Y Saneamiento, Lima, Perú,2006.

RONAK,Shah; HIMANSHU,Garg; PARTH,Gandhi y RASHMI,Patel. Study Of Plastic Dust Brick Made From Waste Plastic. India: Mukesh Patel School Of Technology Management & Engineering,2017. Vol.V. ISSN: 2320-2092.

ROSER,Bono. Diseños cuasi-experimentales y longitudinales, Barcelona 2012 Disponible en : <http://hdl.handle.net/2445/30783>

SALAH; OLIVIA y ALI. Mechanical And Thermal Properties Of Interlocking Bricks Utilizing Asted Polyethylene Terephthalate,2020. Vol. XIV. Disponible en : <https://doi.org/10.1186/s40069-020-00399-9> .

SALCEDO, Oscar. Sistema De Construcción De Vivienda Sustentable A Base De Tabique De Plástico Reciclado. Toluca,Estado De Mexico: Universidad Autonoma Del Estado De Mexico ,2014. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477947303008>. ISSN: 2007-3615.

Sistema Nacional de Información Ambiental, Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios por departamento. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/indicador/1601>

SORIANO, César, Diagnóstico Nacional del Sector Ladrillero Artesanal. Disponible en: <http://www.redladrilleras.net/assets/files/08f34d2be1d32a80a13a48f2633dd73c.pdf>

TAAFFE; O’SULLIVAN; EKHLASUR y VIKRAM. Experimental Characterisation Of Polyethylene Terephthalate(Pet) Bottle Eco-Bricks. Ireland: Dynamical Systems And Risk Laboratory, Civil And Environmental Engineering, School Of Engineering, University College Cork. Vol.LX. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.03.045>. ISSN: 0264-1275.

VALDIVIA, Rodrigo. Evaluación De Las Características Físico Mecánicas De Ladrillos Tipo IV Compuesto De Arena Gruesa Y De Polímeros Pet En Base A La Norma Técnica E-070. Tesis (Título De Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Andina Del Cusco, 2019. 141pp.

VARGAS, Leonardo y TASCÓN, Edilson. Comparación Estructural, Económica Y Ambiental De Bloques De Mortero Con Botellas Plásticas (Pet) Y Ladrillo Tradicional Macizo De Barro. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, Facultad De Ingeniería,2016. 125pp

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de variables

| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA |
|---|--|---|---|---|---------|
| LADRILLO ELABORADO CON BOTELLAS PLÁSTICAS | Utilización de las escamas de PET[...] como insumos principales en la fabricación de un ladrillo comercial. Este material es una nueva alternativa para producir ladrillos de construcción que podrían competir con los ladrillos usados normalmente en el sector de la construcción. (Martínez y Cote, 2014, p. 77) | unidad de albañilería crudo; elaborado a base de mortero (cemento, arena y plástico triturado), en cuya composición reemplaza al agregado fino que el ladrillo artesanal emplea; posibilitando así el reciclaje y la reutilización de estos desechos además de no requerir de un proceso de cocción para adquirir sus propiedades físicas y mecánicas | Propiedades Física y Mecánica del ladrillo artesanal. | Propiedades de resistencia y compresión. | NOMINAL |
| | | | Diseño de mezcla. | Porcentaje PET en el diseño de mezcla del ladrillo. | NOMINAL |
| | | | Costo Beneficio. | Presupuesto a precios unitarios. | RAZÓN |
| LADRILLO ARTESANAL | Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. 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. (Norma E. 070, 2006, p. 297) | Unidad de albañilería, generalmente compuesto por arcilla y arena que sometido a un proceso de cocción a altas temperaturas adquiere sus propiedades físicas y mecánicas. | Propiedades Física y Mecánica del ladrillo artesanal. | Propiedades de resistencia y compresión. | NOMINAL |
| | | | Costo Beneficio. | Presupuesto a precios unitarios. | RAZÓN |

FUENTE: Elaboración propia de los autores

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

Ensayo de Resistencia a la Compresión



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

| ENSAYO EN LADRILLO DE ARCILLA NTP 318.018 | |
|---|----------------------------|
| PROYECTO: | REGISTRO N°: PÁGINA N°: |
| SOLICITA: | FECHA: |
| UBICACIÓN: | |

TABLA N°01 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

| IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN | L | DIMENSIONES (cm) | | AREA (cm ²) |
|-----------------------------|------------------------|------------------|---|-------------------------|
| | | A | H | BRUTA |
| 1 | LADRILLO DE ARCILLA | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| PROMEDIO | | | | |

TABLA N°02 COMPRESIÓN DE UNIDADES

| IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN | P max (Kg) | f'b (kg/cm ²) | f'b (MPa) |
|-----------------------------|------------------------|---------------------------|-----------|
| | | BRUTA | |
| 1 | LADRILLO DE ARCILLA | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| PROMEDIO | | | |

(Fuente: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

Ensayo de Variabilidad Dimensional



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL
(NORMA E 0.70 ALBAÑILERÍA)

PROYECTO :
SOLICITA :
LUGAR :

| VARIABILIDAD DE DIMENSIONES DEL LADRILLO DE ARCILLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|---|--|-------|------------|--------|--|--|-------|---|--------|--|---|-------|--------|--|--|--|
| $\% V = \frac{DN - LP \times 100}{DN}$ | | | | | | | | | | <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px;">L</td> <td style="width: 30px;">H</td> <td style="width: 30px;">A</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | | | L | H | A | | | |
| L | H | A | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | DN= | | | | | | | | |
| LADRILLO PATRON | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Muestra | L (mm) | | | L | V.D. % | H (mm) | | | H | V.D. % | A (mm) | | | A | V.D. % | | | |
| | | | | PROM. | | | | | PROM. | | | | | PROM. | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| % PROMEDIO | | | | | % PROMEDIO | | | | | % PROMEDIO | | | | | | | | |

| VARIABILIDAD DE DIMENSIONES DEL LADRILLO DE POLIPROPILENO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|---|--|-------|------------|--------|--|--|-------|---|--------|--|---|-------|--------|--|--|--|
| $\% V = \frac{DN - LF \times 100}{DN}$ | | | | | | | | | | <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px;">L</td> <td style="width: 30px;">H</td> <td style="width: 30px;">A</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | | | L | H | A | | | |
| L | H | A | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | DN= | | | | | | | | |
| LADRILLO EXPERIMENTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Muestra | L (mm) | | | L | V.D. % | H (mm) | | | H | V.D. % | A (mm) | | | A | V.D. % | | | |
| | | | | PROM. | | | | | PROM. | | | | | PROM. | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| % PROMEDIO | | | | | % PROMEDIO | | | | | % PROMEDIO | | | | | | | | |

(Fuente: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

Ensayo de Absorción



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE ABSORCIÓN

(NORMA E 0.70)

PROYECTO:

TESISTA :

LUGAR :

UNIDAD :

| $A = ((P_{abs} - P_{sec}) \times 100) / P_{sec}$ ABSORCIÓN EN LADRILLOS | | | | | | | |
|--|----------|------|-----------|---------------------------|----------|------|-----------|
| LADRILLO DE ARCILLA | | | | LADRILLO DE POLIPROPILENO | | | |
| MUESTRA | Psec | Pabs | ABSORBIDO | MUESTRA | Psec | Pabs | ABSORBIDO |
| | Gr | | % | | Gr | | % |
| 1 | | | | 1 | | | |
| 2 | | | | 2 | | | |
| 3 | | | | 3 | | | |
| 4 | | | | 4 | | | |
| 5 | | | | 5 | | | |
| | | | | | | | |
| | Promedio | | | | Promedio | | |

(Fuente: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

Anexo 3: Complemento de los capítulos

Anexo del capítulo 3:



FOTO N°01: Se observa el material de donde se extraerá para la elaboración de los ladrillos, en la mezcla emplean la arcilla, agua y la ceniza con el fin de disminuir la plasticidad.



FOTO N°02: Se observa el material para la mezcla de manera manual, ayudándose de herramientas manuales.



FOTO N°03: En la imagen se presenta al tesista Carrasco recolectando el material para determinar los pesos.



FOTO N°04: Se observa el material triturado escamas de PET y con la ayuda del señor encargado de dicha cantera amasando la mezcla previa al moldeo.



FOTO N°05: Se observa al tesista Avilés tomando las dimensiones del molde de dimensiones 22x12x9.5(cm)



FOTO N°06: Se observa que las muestras se colocan a la intemperie para su secado durante 7 días, aprovechando la energía natural que el sol brinda, para lograr un secado uniforme.



FOTON°06: Se observa la mezcla al 50% de material PET a la intemperie para su secado.



FOTO N°07: Se observa al tesista Avilés en el proceso del secado, posteriormente los ladrillos serán llevados a los hornos para su cocción.



FIGURA N°08:

FOTO N°08: Se observa al tesista Carrasco en el proceso del llenado del horno sus medidas del horno son de 3x3m



FOTO N°09: Se observa los materiales que se emplearan para el llenado del horno



FOTO N°10: Como se observa en la figura tenemos el quemado de los ladrillos en el horno el tiempo de quemado son entre 10 a 14 días y el tiempo de enfriamiento es de 4 días.



FOTO N°11: Como se observa al tesista Carrasco en la conclusión del periodo del quemado, los ladrillos con porcentaje de 15% y 25% se salieron en un buen estado a la comparación del ladrillo al 50%.



FOTO N°12: Se observa que el ladrillo al 50% no logro estar en un buen estado por ende dificultara hacer los ensayos propuestos.

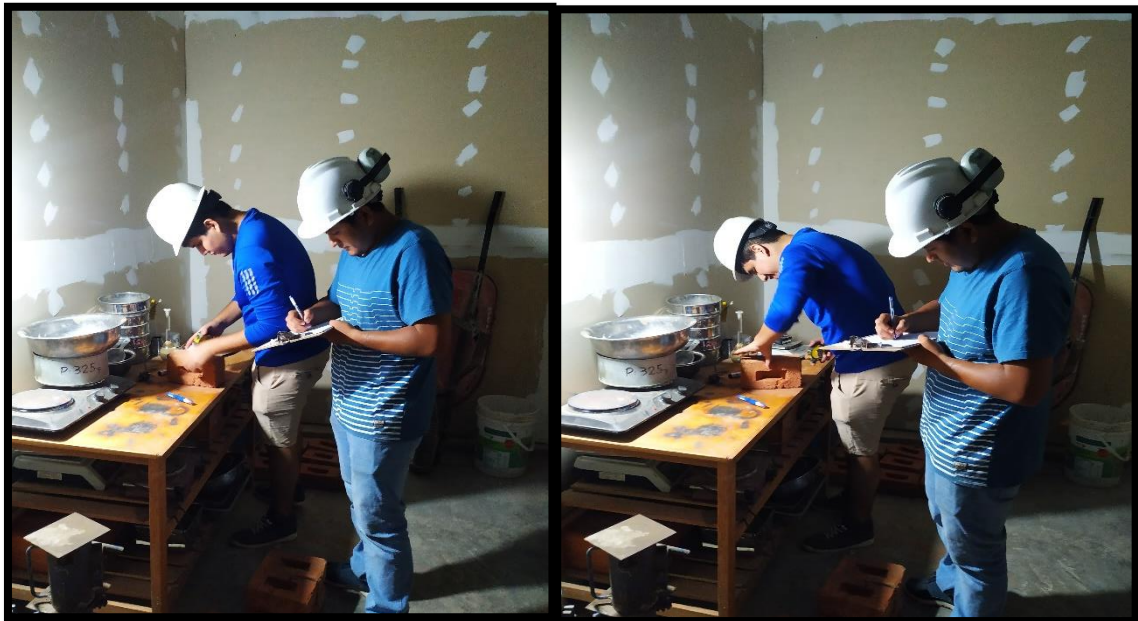


FOTO N°13: En la siguiente foto se observa a los tesisistas en la elaboración del ensayo de variabilidad dimensional.



FOTO N°14: En esta fotografía se observa a los tesistas realizando el ensayo de Alabeo donde consiste en identificar si este posee incongruencias como curvaturas, ya sean cóncavas o convexas.



FOTO N°15: Se muestra los ladrillos artesanales con plástico triturado sumergidos en agua para determinar el ensayo de absorción, así como el ensayo de compresión.

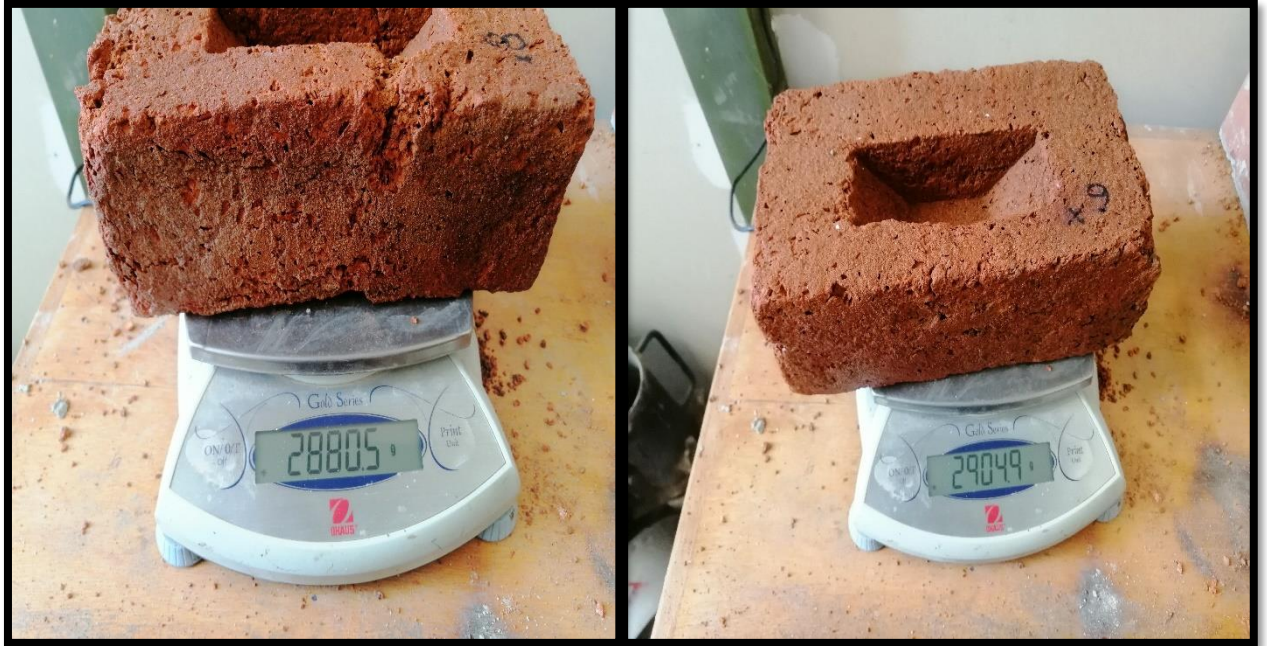


FOTO N°16: Se muestra el resultado del peso del ladrillo artesanal con plástico triturado para llevar a cabo el ensayo de compresión.



FOTO N°17: Como se observa los tesistas Avilés y Carrasco elaborando la mezcla de cemento, yeso y agua colocando una superficie en ambas capas para llevar a cabo el ensayo de compresión.



FOTO N°18: Se observa que el ladrillo contiene la superficie en ambas caras



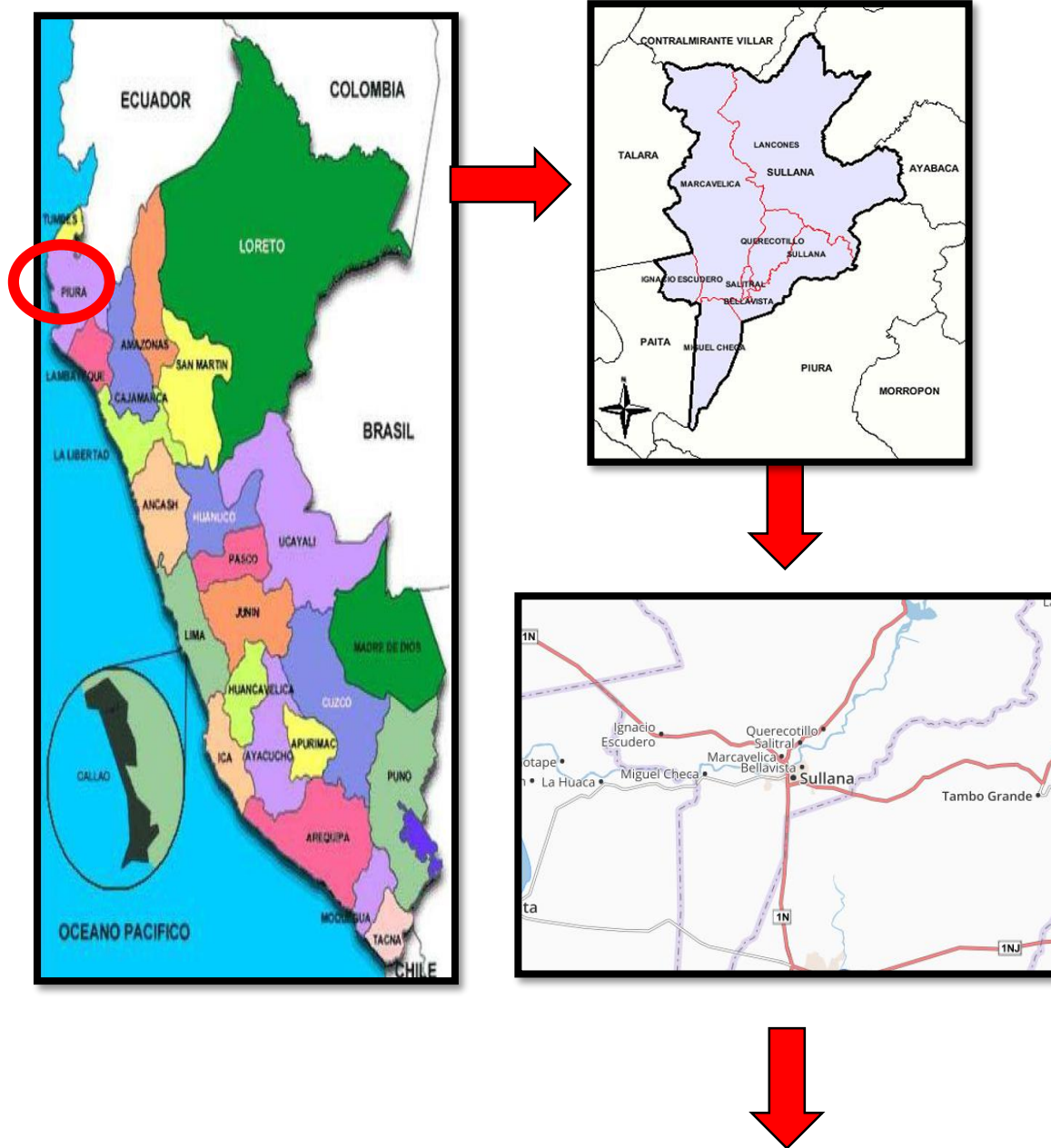
FOTO N°19: Como se observa en la foto se hace el ensayo de compresión las cuales solo el ladrillo con 15% PET despunta como el mejor tipo ladrillo dentro de los 4 tipos de ladrillo propuestos.



FOTO N°20: Como se observa se realiza el ensayo a la compresión con las muestras del 15% y 25%.

Anexo del capítulo 4

FOTO N°21: Ubicación de la cantera.







ITLO

ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
CARRETERAS
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES



Proyecto : BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA PIURA 2020.

Solicitante : AVILES GARRAGATE NESTOR ANDRE
CARRASCO ARRIETA ROLY BARES!

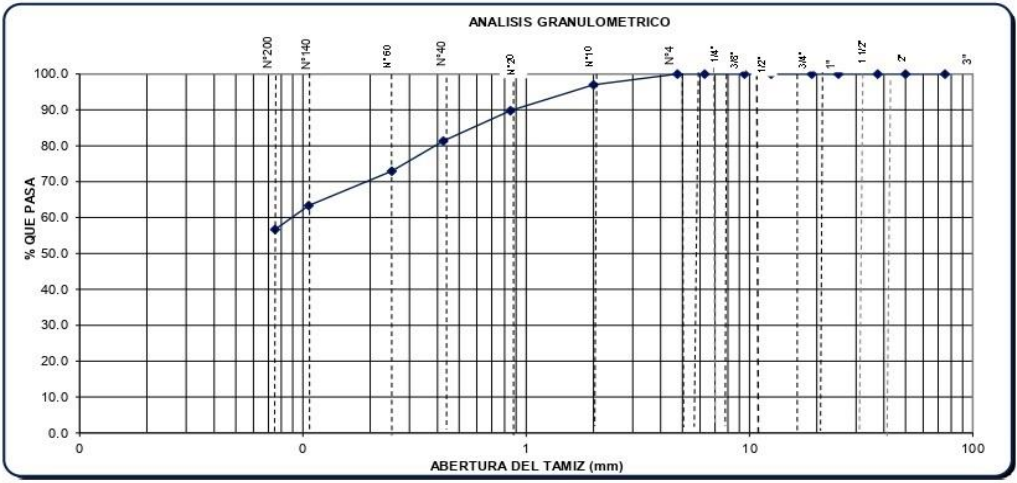
Ubicación : SULLANA- PIURA- PIURA

Orden de Servicio : 000-2020
Fecha de Ensayo : 15/10/2020

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128)

Cantera : Ldrillera Querecotillo
Muestra : M-1
Ubicación : Querecotillo - Sullana

| TAMICES ASTM | ABERTURA (mm.) | PESO RETENIDO (gr.) | PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%) | PORCENTAJE ACUMULADO | | | DESCRIPCION DE LA MUESTRA | |
|--------------|----------------|---------------------|---------------------------------|----------------------|--------------|------|-----------------------------|----------|
| | | | | RETENIDO (%) | QUE PASA (%) | | | |
| | | | | | | | PESO INICIAL (gr) | 4,218.00 |
| | | | | | | | PESO SECO (gr) | 3,994.32 |
| | | | | | | | PORCION DE FINOS (gr) | 166.20 |
| | | | | | | | % DE HUMEDAD | 8.70 |
| | | | | | | | TAMAÑO MAXIMO | 2 mm |
| | | | | | | | % DE GRAVA | 0.0 |
| | | | | | | | % DE ARENA | 43.3 |
| | | | | | | | % PASANTE N° 200 | 56.7 |
| | | | | | | | L.L. | 25.20 |
| | | | | | | | L.P. | 13.00 |
| | | | | | | | I.P. | 12.20 |
| | | | | | | | CLASIFIC. SUCS | CL |
| | | | | | | | CLASIFIC. AASHTO | A-6 (7) |
| | | | | | | | D10 | 0.074 |
| | | | | | | | C _u | 5.865 |
| | | | | | | | D30 | 0.074 |
| | | | | | | | C _c | - |
| | | | | | | | D60 | 0.434 |
| | | | | | | | OBSERVACIONES: | |
| | | | | | | | Arcilla de baja plasticidad | |
| | 10 | 2.00 | 5.00 | 3.0 | 3.0 | 97.0 | | |
| | 20 | 0.850 | 12.00 | 7.2 | 10.2 | 89.8 | | |
| | 40 | 0.425 | 14.00 | 8.4 | 18.7 | 81.3 | | |
| | 60 | 0.250 | 14.00 | 8.4 | 27.1 | 72.9 | | |
| | 140 | 0.106 | 15.90 | 9.6 | 36.6 | 63.4 | | |
| | 200 | 0.075 | 11.10 | 6.7 | 43.3 | 56.7 | | |
| | BANDEJA | | 94.2 | 56.7 | 100.0 | | | |



CERTIFICADO : ITLO-ESP-003-2020

TÉCNICO RESPONSABLE : G.J.O.

ING. RESPONSABLE : G.C.A.P




GERARDO JIMÉNEZ OROZCO
 TÉCNICO DE ENSAYOS DE MATERIALES


CÉSAR QUIRICO ALMARAZ
 PESALTA INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 187769

FOTO N°22: Clasificación del suelo.



ITLO

- ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES, CARRETERAS
- DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
- ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
- CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES



| | |
|----------------------|--|
| Proyecto : | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020. |
| Solicitante : | AVILES GARRAGATE NESTOR ANDRE |
| Ubicación : | SULLANA- PIURA- PIURA |

Orden de Servicio : 0000-2020
 Fecha de Ensayo : 15/04/2020

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO TOTAL DE HUMEDAD DE UN SUELO
 (NTP 339.127)

Cantera : Ldrillera Querecotillo
Muestra : M-1
Ubicación : Querecotillo - Sullana

| IDENTIFICACION | Muestra | PROFUNDIDAD (m) | PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr) | PESO SUELO SECO + TARA (gr) | PESO TARA (gr) | PESO AGUA (gr) | PESO SUELO SECO (gr) | % DE HUMEDAD |
|----------------|---------|-----------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------------|--------------|
| Calicata -1 | M - 1 | 0.25 - 1.48 | 225.00 | 207.00 | 0.00 | 18.00 | 207.00 | 8.7 |
| | | | | ADO: ITLO-ESP | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| | | | |
|--------------------------------|--|---|--|
| CERTIFICADO: ITLO-ESP-002-2020 | | <p>GERARDO JIMENEZ OROZZO TECNICO DE ENSAYOS DE MATERIALES</p> | <p>CESAR GIANCARLO ALVESTAR PERALTA INGENIERO GEOLOGO Reg. CIP N° 183769</p> |
| TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O. | | | |
| ING. RESPONSABLE: G.C.A.P | | | |

FOTO N°23: Contenido de humedad.



ITLO

ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
GARRETERAS
• DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
• ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
• CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS
CIVILES



Proyecto : BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020.

Solicitante : AVILES GARRAGATE NESTOR ANDRE

Ubicación : SULLANA- PIURA- PIURA

Orden de Servicio : 0000-2020

Fecha de Ensayo : 15/01/2020

MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Cantera : Ldrillera Querecotillo

Muestra : M-1

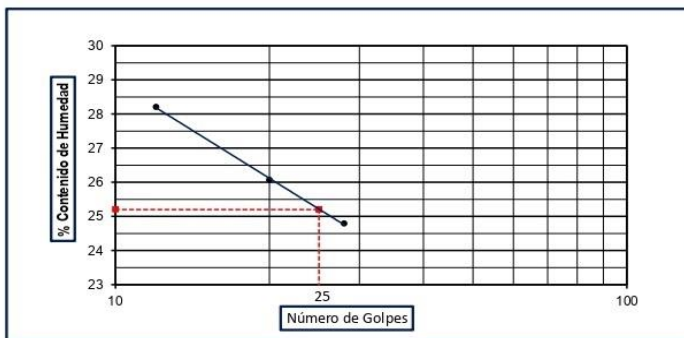
Ubicación : Querecotillo - Sullana

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)

| N° | MUESTRA | 1 | 2 | 3 |
|----|--------------------------------|-------|-------|-------|
| 1 | Tara N° | A-3 | B-2 | A-2 |
| 2 | Peso de la Tara grs. | 10.30 | 9.70 | 9.40 |
| 3 | Peso Suelo Húmeso + Tara grs. | 32.20 | 36.30 | 34.40 |
| 4 | Peso Suelo Seco + Tara grs. | 27.85 | 30.80 | 28.90 |
| 5 | Peso del Agua (3) - (4) grs. | 4.35 | 5.50 | 5.50 |
| 6 | Peso Suelo Seco (4) - (2) grs. | 17.55 | 21.10 | 19.50 |
| 7 | Humedad (5) / (6) x 100 % | 24.8 | 26.1 | 28.2 |
| 8 | N°. De Golpes | 28 | 20 | 12 |

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (NTP 339.129)

| N° | MUESTRA | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------------|--------------------------------|-------|-------|----|---|
| 1 | Tara N° | T-2 | A-2 | | |
| 2 | Peso de la Tara grs. | 9.70 | 9.90 | | |
| 3 | Peso Suelo Húmeso + Tara grs. | 15.10 | 16.60 | | |
| 4 | Peso Suelo Seco + Tara grs. | 14.50 | 15.80 | | |
| 5 | Peso del Agua (3) - (4) grs. | 0.60 | 0.80 | | |
| 6 | Peso Suelo Seco (4) - (2) grs. | 4.80 | 5.90 | | |
| 7 | Humedad (5) / (6) x 100 % | 12.50 | 13.56 | | |
| Promedio de Limite Plástico : | | | | 13 | |



RESULTADOS:
 LIMITE LIQUIDO 25.20
 LIMITE PLASTICO 13.00
 INDICE DE PLASTICIDAD 12.20

CERTIFICADO: ITLO-ESP-004-2020

TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O.

ING. RESPONSABLE: G.C.A.P



Gerardo Jiménez Orozco
 GERARDO JIMÉNEZ OROZCO
 TÉCNICO DE ENSAYOS
 DE MATERIALES

Gesar Giancarlo Albestar
 GESAR GIANCARLO ALBESTAR
 PERALTA
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 189769

FOTO N°24: Resultados del Límite líquido, Limite plástico y Índice de plasticidad .



ITLO
 • ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
 CARRETERAS
 • DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
 • ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
 • CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS
 CIVILES



| | |
|-----------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGÚN E 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARESI |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

$$\%V = \frac{DN-LF}{DN} * 100$$

DN=

| | | |
|-----|----|-----|
| L | H | A |
| 220 | 95 | 120 |

LADRILLO DE ARCILLA

| MUESTRA | L(mm) | | | | L PROM. | V.D.% | H(mm) | | | | H PROM. | V.D % | A(mm) | | | | A PROM. | V.D. % |
|---------|-------|-----|-----|-----|----------|-------|-------|----|----|----|----------|-------|-------|-----|-----|-----|----------|--------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 210 | 210 | 210 | 212 | 210.5 | 4.32 | 85 | 85 | 81 | 84 | 83.75 | 11.84 | 110 | 115 | 115 | 117 | 114.25 | 4.79 |
| 2 | 205 | 206 | 200 | 199 | 202.5 | 7.95 | 80 | 85 | 81 | 84 | 82.5 | 13.16 | 113 | 113 | 116 | 110 | 113 | 5.83 |
| 3 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 4.55 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 15.79 | 119 | 118 | 120 | 119 | 119 | 0.83 |
| 4 | 209 | 209 | 209 | 209 | 209 | 5.00 | 82 | 85 | 83 | 86 | 84 | 11.58 | 115 | 115 | 115 | 120 | 116.25 | 3.13 |
| 5 | 210 | 210 | 208 | 210 | 209.5 | 4.77 | 77 | 83 | 89 | 84 | 83.25 | 12.37 | 115 | 115 | 115 | 119 | 116 | 3.33 |
| 6 | 209 | 209 | 205 | 206 | 207.25 | 5.80 | 80 | 80 | 82 | 80 | 80.5 | 15.26 | 110 | 113 | 115 | 115 | 113.25 | 5.63 |
| 7 | 207 | 208 | 207 | 205 | 206.75 | 6.02 | 84 | 84 | 82 | 82 | 83 | 12.63 | 115 | 116 | 120 | 116 | 116.75 | 2.71 |
| 8 | 210 | 212 | 210 | 210 | 210.5 | 4.32 | 85 | 85 | 81 | 84 | 83.75 | 11.84 | 110 | 115 | 115 | 117 | 114.25 | 4.79 |
| 9 | 206 | 207 | 204 | 210 | 206.75 | 6.02 | 83 | 85 | 83 | 86 | 84.25 | 11.32 | 115 | 115 | 115 | 120 | 116.25 | 3.13 |
| 10 | 212 | 214 | 213 | 214 | 213.25 | 3.07 | 80 | 83 | 89 | 84 | 84 | 11.58 | 118 | 117 | 115 | 114 | 116 | 3.33 |
| | | | | | Promedio | 5.182 | | | | | Promedio | 12.74 | | | | | Promedio | 3.75 |

CERTIFICADO: ITLO-ESP-005-2020

TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O.

ING. RESPONSABLE: G.C.A.P



Gerardo Jimenez Orozco
 GERARDO JIMENEZ OROZCO
 TÉCNICO DE ENSAYOS
 DE MATERIALES

Cesar Giménez Almaraz
 CESAR GIMENEZ ALMARAZ
 PERALTA
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 183769

FOTO N°25: Ensayo de variabilidad dimensional del ladrillo artesanal.



ITLO
 .ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
 CARRETERAS
 • DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
 • ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
 • CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES



| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGUN E 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARESÍ |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

$$\%V = \frac{DN-LF}{DN} * 100$$

| | | | |
|-----|-----|----|-----|
| DN= | L | H | A |
| | 220 | 95 | 120 |

LADRILLO TEREFTALATO DE POLIETILENO AL 15%

| MUESTRA | L(mm) | | | | L PROM. | V.D.% | H(mm) | | | | H PROM. | V.D % | A(mm) | | | | A PROM. | V.D. % |
|---------|-------|-----|-----|-----|----------|-------|-------|----|----|----|---------|-------|-------|-----|-----|-----|---------|--------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 213 | 215 | 216 | 214 | 214.5 | 2.50 | 83 | 81 | 84 | 82 | 82.5 | 13.16 | 117 | 118 | 118 | 119 | 118 | 1.67 |
| 2 | 214 | 218 | 216 | 214 | 215.5 | 2.05 | 83 | 80 | 84 | 85 | 83 | 12.63 | 117 | 118 | 118 | 119 | 118 | 1.67 |
| 3 | 213 | 215 | 215 | 213 | 214 | 2.73 | 86 | 85 | 85 | 87 | 85.75 | 9.74 | 117 | 115 | 120 | 120 | 118 | 1.67 |
| 4 | 215 | 217 | 214 | 213 | 214.75 | 2.39 | 85 | 87 | 86 | 84 | 85.5 | 10.00 | 118 | 120 | 117 | 118 | 118.25 | 1.46 |
| 5 | 214 | 213 | 215 | 213 | 213.75 | 2.84 | 90 | 89 | 89 | 88 | 89 | 6.32 | 118 | 118 | 120 | 120 | 119 | 0.83 |
| 6 | 217 | 214 | 217 | 215 | 215.75 | 1.93 | 84 | 87 | 85 | 90 | 86.5 | 8.95 | 117 | 118 | 119 | 116 | 117.5 | 2.08 |
| 7 | 215 | 216 | 217 | 215 | 215.75 | 1.93 | 89 | 88 | 87 | 90 | 88.5 | 6.84 | 119 | 117 | 118 | 120 | 118.5 | 1.25 |
| 8 | 213 | 215 | 215 | 213 | 214 | 2.73 | 86 | 85 | 85 | 87 | 85.75 | 9.74 | 117 | 115 | 120 | 120 | 118 | 1.67 |
| 9 | 214 | 213 | 215 | 213 | 213.75 | 2.84 | 90 | 89 | 89 | 88 | 89 | 6.32 | 118 | 118 | 120 | 120 | 119 | 0.83 |
| 10 | 215 | 217 | 215 | 213 | 215 | 2.27 | 85 | 87 | 86 | 84 | 85.5 | 10.00 | 118 | 120 | 117 | 118 | 118.25 | 1.46 |
| | | | | | Promedio | 2.42 | | | | | | 9.37 | | | | | | 1.46 |

CERTIFICADO: ITLO-ESP-006-2020

TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O.

ING. RESPONSABLE: G.C.A.P



Gerardo Jiménez Orozco
 GERARDO JIMENEZ OROZCO
 TÉCNICO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Cesar Giancarlo Albestar Peracta
 CESAR GIANCARLO ALBESTAR PERACTA
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 163769

FOTO N°26: Ensayo de variabilidad dimensional del ladrillo PET al 15%.



ITLO
 ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
 CARRETERAS
 DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
 ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
 CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS
 CIVILES



| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGÚN E 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARESÍ |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

| | | | |
|-----|-----|----|-----|
| | L | H | A |
| DN= | 220 | 95 | 120 |

$$\%V = \frac{DN-LF}{DN} * 100$$

LADRILLO TEREFTALATO DE POLIETILENO AL 25%

| MUESTRA | L(mm) | | | | L PROM. | V.D.% | H(mm) | | | | H PROM. | V.D % | A(mm) | | | | A PROM. | V.D. % |
|---------|-------|-----|-----|-----|---------|-------|-------|----|----|----|---------|-------|-------|-----|-----|-----|---------|--------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 211 | 211 | 212 | 214 | 212 | 3.64 | 84 | 80 | 85 | 84 | 83.25 | 12.37 | 115 | 114 | 120 | 120 | 117.25 | 2.292 |
| 2 | 210 | 211 | 211 | 211 | 210.75 | 4.20 | 83 | 80 | 87 | 82 | 83 | 12.63 | 115 | 114 | 116 | 116 | 115.25 | 3.958 |
| 3 | 210 | 211 | 215 | 210 | 211.5 | 3.86 | 81 | 84 | 86 | 87 | 84.5 | 11.05 | 118 | 118 | 119 | 127 | 120.5 | -0.417 |
| 4 | 214 | 211 | 210 | 214 | 212.25 | 3.52 | 83 | 80 | 85 | 85 | 83.25 | 12.37 | 115 | 114 | 116 | 118 | 115.75 | 3.542 |
| 5 | 215 | 214 | 216 | 220 | 216.25 | 1.70 | 84 | 84 | 85 | 85 | 84.5 | 11.05 | 117 | 117 | 120 | 120 | 118.5 | 1.250 |
| 6 | 215 | 214 | 214 | 216 | 214.75 | 2.39 | 83 | 84 | 85 | 85 | 84.25 | 11.32 | 115 | 116 | 118 | 119 | 117 | 2.500 |
| 7 | 214 | 214 | 210 | 210 | 212 | 3.64 | 84 | 86 | 86 | 85 | 85.25 | 10.26 | 117 | 117 | 118 | 120 | 118 | 1.667 |
| 8 | 214 | 214 | 210 | 212 | 212.5 | 3.41 | 84 | 82 | 85 | 84 | 83.75 | 11.84 | 117 | 114 | 120 | 120 | 117.75 | 1.875 |
| 9 | 210 | 211 | 211 | 214 | 211.5 | 3.86 | 84 | 80 | 87 | 88 | 84.75 | 10.79 | 115 | 114 | 115 | 117 | 115.25 | 3.958 |
| 10 | 214 | 216 | 210 | 214 | 213.5 | 2.95 | 84 | 87 | 85 | 85 | 85.25 | 10.26 | 115 | 116 | 116 | 116 | 115.75 | 3.542 |
| | | | | | | 3.318 | | | | | | 11.39 | | | | | | 2.42 |

CERTIFICADO: ITLO-ESP-007-2020

TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O.

ING. RESPONSABLE: G.C.A.P



Gerardo Jiménez Orozco
 GERARDO JIMÉNEZ OROZCO
 TÉCNICO DE ENSAYOS
 DE MATERIALES

Cesar Giancarlo Almaraz Peralta
 CESAR GIANCARLO ALMARAZ
 PERALTA
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 183769

FOTO N°27: Ensayo de variabilidad dimensional del ladrillo PET al 25%.



ITLO

- ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES.
- CARRETERAS
- DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
- ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
- CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES



| | |
|-----------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGÚN E 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARES I |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

| LADRILLO DE ARCILLA | | | | |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|
| MUESTRA | CARA A | | CARA B | |
| | CONCAVO | CONVEXO | CONCAVO | CONVEXO |
| | Mm | | Mm | |
| 1 | 2 | - | 2 | - |
| 2 | 1 | - | 3 | - |
| 3 | 2 | - | 2 | - |
| 4 | 1 | - | 2 | - |
| 5 | 3 | - | 3 | - |
| 6 | 2 | - | 1 | - |
| 7 | 1 | - | 3 | - |
| 8 | 1 | - | 1 | - |
| 9 | 3 | - | 2 | - |
| 10 | 2 | - | 1 | - |
| PROMEDIO | 1.8 | - | 2 | - |

| | | |
|--------------------------------|--|--|
| CERTIFICADO: ITLO-ESP-008-2020 | <p>GERARDO JIMENEZ OROZCO TÉCNICO DE ENSAYOS DE MATERIALES</p> | <p>CESAR CHAURICO ALMARAZ PESALTA INGENIERO GEOLOGO Reg. CIP N° 169769</p> |
| TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O. | | |
| ING. RESPONSABLE: G.C.A.P | | |

FOTO N°28: Ensayo de Alabeo del ladrillo artesanal.



ITLO
 ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
 CARRETERAS
 • DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
 • ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
 • CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS
 CIVILES



| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGÚN É 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARESÍ |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

| LADRILLO DE PET AL 15% | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|
| MUESTRA | CARA A | | CARA B | |
| | CONCAVO | CONVEXO | CONCAVO | CONVEXO |
| | Mm | | Mm | |
| 1 | 1 | - | 1 | - |
| 2 | 2 | - | 2 | - |
| 3 | 1 | - | 3 | - |
| 4 | 4 | - | 3 | - |
| 5 | 1 | - | 1 | - |
| 6 | 2 | - | 2 | - |
| 7 | 3 | - | 3 | - |
| 8 | 2 | - | 2 | - |
| 9 | 1 | - | 1 | - |
| 10 | 3 | - | 1 | - |
| PROMEDIO | 2 | - | 1.9 | - |

CERTIFICADO: ITLO-ESP-009-2020
 TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O.
 ING. RESPONSABLE: G.C.A.P



Gerardo Jimenez Orozco
 GERARDO JIMENEZ OROZCO
 TÉCNICO DE ENSAYOS
 DE MATERIALES

Cesar Ovarado Albestan
 CESAR OVARADO ALBESTAN
 PERALTA
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 163769

FOTO N°29: Ensayo de Alabeo del ladrillo PET al 15%.



ITLO
 ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
 CARRETERAS
 • DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
 • ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
 • CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS
 CIVILES



| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGÚN É 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARESÍ |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

| LADRILLO DE PET al 25% | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|
| MUESTRA | CARA A | | CARA B | |
| | CONCAVO | CONVEXO | CONCAVO | CONVEXO |
| | Mm | | Mm | |
| 1 | 4 | - | 2 | - |
| 2 | 3 | - | 1 | - |
| 3 | 1 | - | 5 | - |
| 4 | 5 | - | 2 | - |
| 5 | 2 | - | 2 | - |
| 6 | 5 | - | 1 | - |
| 7 | 3 | - | 4 | - |
| 8 | 3 | - | 2 | - |
| 9 | 1 | - | 4 | - |
| 10 | 2 | - | 1 | - |
| PROMEDIO | 2.9 | - | 2.4 | - |

| | | |
|--------------------------------|---|--|
| CERTIFICADO: ITLO-ESP-010-2020 |   <p>GERARDO JIMENEZ OROZCO TÉCNICO DE ENSAYOS DE MATERIALES</p> |  <p>CESAR OQUENDO ALBESTAN PESACIA INGENIERO GEOLOGO Reg. CIP N° 183769</p> |
| TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O. | | |
| ING. RESPONSABLE: G.C.A.P | | |

FOTO N°30: Ensayo de Alabeo del ladrillo PET al 25%.



ITLO

ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
CARRETERAS
• DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
• ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
• CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS
CIVILES



| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGÚN E 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARESÍ |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

ABSORCIÓN

| LADRILLO DE ARCILLA | | | |
|---------------------|--------|--------|-----------|
| MUESTRA | P seco | P abs | Absorbido |
| | Gr | | % |
| 1 | 2632.8 | 3294.8 | 25.14 |
| 2 | 2596.9 | 3254.9 | 25.34 |
| 3 | 2439.7 | 3083.2 | 26.38 |
| 4 | 2653.8 | 3321.5 | 25.16 |
| 5 | 2405.1 | 3190.4 | 32.65 |
| Promedio | | | 26.93 |

| LADRILLO DE PET AL 15% | | | |
|------------------------|--------|--------|-----------|
| MUESTRA | P seco | P abs | Absorbido |
| | Gr | | % |
| 1 | 2190.3 | 2708.7 | 23.67 |
| 2 | 2265.8 | 2729.2 | 20.45 |
| 3 | 2220 | 2064.9 | 17.34 |
| 4 | 2200.2 | 2790.4 | 26.82 |
| 5 | 2301.9 | 2774.6 | 20.54 |
| Promedio | | | 21.76 |

| LADRILLO DE PET AL 25% | | | |
|------------------------|--------|--------|-----------|
| MUESTRA | P seco | P abs | Absorbido |
| | Gr | | % |
| 1 | 2250.9 | 2903.6 | 29.00 |
| 2 | 2236.2 | 2880.5 | 28.81 |
| 3 | 2262.1 | 2921.3 | 29.14 |
| 4 | 2240.6 | 2963.2 | 32.25 |
| 5 | 2256.1 | 2894.2 | 28.28 |
| Promedio | | | 29.50 |

CERTIFICADO: ITLO-ESP-011 -2020
 TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O.
 ING. RESPONSABLE: G.C.A.P



Gerardo Jimenez Orozco
 GERARDO JIMENEZ OROZCO
 TÉCNICO DE ENSAYOS
 DE MATERIALES

Cesar Omar Almaraz
 CESAR OMAR ALMARAZ
 PERALTA
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 183789

FOTO N°31: Ensayo de absorción del ladrillo artesanal, ladrillo PET al 15% y ladrillo PET al 25%.



ITLO

ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
CARRETERAS
• DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
• ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
• CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS
CIVILES



| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGÚN E 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARESI |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

TABLA N°01 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

| IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN | DIMENSIONES (cm) | | | AREA(cm ²) |
|-----------------------------|------------------|-------|------|------------------------|
| | L | A | H | BRUTA |
| 1 | 21 | 11.50 | 8.5 | 241.50 |
| 2 | 20.5 | 11.2 | 8.4 | 229.60 |
| 3 | 21 | 12 | 8.30 | 249.9 |
| 4 | 20.9 | 11.5 | 8.2 | 240.35 |
| 5 | 21 | 11.1 | 7.7 | 233.1 |
| PROMEDIO | 20.88 | 11.46 | 8.26 | 239 |

TABLA N°02 COMPRESION EN UNIDADES

| IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN | P max (kg) | F'b(kg/cm ²) | F'b(Mpa) |
|-----------------------------|------------|--------------------------|----------|
| | | BRUTA | |
| 1 | 5467 | 22.64 | 2.22 |
| 2 | 5814 | 25.32 | 2.48 |
| 3 | 7874 | 31.25 | 3.06 |
| 4 | 6000 | 24.96 | 2.45 |
| 5 | 5700 | 24.45 | 2.39 |
| Promedio | | 25.72 | 2.52 |

CERTIFICADO: ITLO-ECL-02-2020

TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O.

ING. RESPONSABLE: G.C.A.P.



Gerardo Jiménez Orozco
GERARDO JIMÉNEZ OROZCO
TÉCNICO DE ENSAYOS
DE MATERIALES

Cesar Guízar Almaraz
CESAR GUÍZAR ALMARAZ
PERALTA
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CP N° 18769

FOTO N°32: Ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo artesanal.



ITLO

- ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
- CARRETERAS
- DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
- ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
- CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES



| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGUN É 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARESI |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

TABLA N°01 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

| IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN | DIMENSIONES (cm) | | | AREA(cm ²) |
|-----------------------------|------------------|------|------|------------------------|
| | L | A | H | BRUTA |
| 1 | 20 | 12 | 8.4 | 240 |
| 2 | 21.3 | 11.5 | 8.20 | 244.95 |
| 3 | 21.2 | 11.5 | 8.30 | 243.80 |
| 4 | 21.7 | 11.8 | 8.40 | 256.06 |
| 5 | 21.4 | 11.7 | 8.7 | 250 |
| PROMEDIO | 21.12 | 11.7 | 8.4 | 247.038 |

TABLA N°02 COMPRESION EN UNIDADES

| IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN | P max (kg) | F'b(kg/cm ²) | |
|-----------------------------|------------|--------------------------|------|
| | | BRUTA | |
| | | F'b(Mpa) | |
| 1 | 3148 | 49.69 | 4.87 |
| 2 | 3516 | 48.85 | 4.79 |
| 3 | 2080 | 49.04 | 4.81 |
| 4 | 3100 | 47.33 | 4.64 |
| 5 | 3247 | 47 | 4.69 |
| Promedio | | 48.43 | 4.75 |

CERTIFICADO: ITLO-ECL-03-2020

TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O.

ING. RESPONSABLE: G.C.A.P.



GERARDO JIMENEZ ORCIZO
TÉCNICO DE ENSAYOS
DE MATERIALES

CESAR GUANARCO ALMESTAR
PERAZA
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CP N° 163769

FOTO N°33: Ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo PET al 15%.



ITLO

- ESTUDIOS DE SUELOS PARA CIMENTACIONES,
- CARRETERAS
- DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
- ENSAYOS DE COMPACTACIÓN
- CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES



| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | BENEFICIOS DEL LADRILLO ELABORADO CON MORTERO DE MATERIAL PET SEGUN É 0.70 RESPECTO DEL LADRILLO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE SULLANA. PIURA.2020 |
| SOLICITAN | AVILES GARRAGATE, NESTOR ANDRE CARRASCO ARRIETA ROLY BARESÍ |
| UBICACIÓN | SULLANA- PIURA |

TABLA N°01 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

| IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN | DIMENSIONES (cm) | | | AREA(cm ²) |
|-----------------------------|------------------|-------|------|------------------------|
| | L | A | H | BRUTA |
| 1 | 21.5 | 12 | 8.3 | 258 |
| 2 | 21.3 | 11.5 | 8.40 | 244.95 |
| 3 | 21 | 11.8 | 8.60 | 247.80 |
| 4 | 21.1 | 11.7 | 8.80 | 246.87 |
| 5 | 21.5 | 11.8 | 8.70 | 253.70 |
| PROMEDIO | 21.28 | 11.76 | 8.56 | 250.264 |

TABLA N°02 COMPRESION EN UNIDADES

| IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN | P max (kg) | F'b(kg/cm ²) | F'b(Mpa) |
|-----------------------------|------------|--------------------------|----------|
| | | BRUTA | |
| 1 | 3400 | 13.18 | 1.29 |
| 2 | 2324 | 9.49 | 0.97 |
| 3 | 3484 | 14.06 | 1.39 |
| 4 | 3540 | 14.34 | 1.41 |
| 5 | 3501 | 14 | 1.37 |
| Promedio | | 12.97 | 1.29 |

CERTIFICADO: ITLO-ECL-04-2020

TÉCNICO RESPONSABLE: G.J.O.

ING. RESPONSABLE: G.C.A.P.



Gerardo Jiménez Orozco
GERARDO JIMENEZ OROZCO
TÉCNICO DE ENSAYOS
DE MATERIALES

Cesar Guíbarco Aluéstiz
CESAR GUÍBARCO ALUÉSTIZ
PESACIA
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 163769

FOTON°34: Ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo PET al 25%.

Anexo 4: Matriz De Consistencia

“Beneficios del ladrillo elaborado con mortero de material de PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020.”

| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPOTESIS GENERAL | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | METODOLOGIA |
|--|---|---|----------------------------|---|---|--|
| ¿Cuáles son los beneficios del ladrillo elaborado con mortero de material de PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020? | Determinar los beneficios de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto de un ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020. | H1: La elaboración del ladrillo con mortero de material PET según e070 si presenta beneficios respeto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020 H0: El ladrillo con mortero de material PET según E 0.70 no presenta beneficios respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020 | Ladrillo con material PET. | -Propiedades Física y Mecánica del ladrillo elaborado con botellas plásticas. | -Variabilidad dimensional. -Alabeo -Absorción -Resistencia a la compresión | Tipo de investigación: Aplicada |
| | | | | - Diseño de mezcla. | -Porcentaje PET en el diseño de mezcla del ladrillo. | Diseño de investigación: Experimental – Cuasi - Experimental |
| | | | | -Costo Beneficio. | -Presupuesto a precios unitarios. | Técnica de recolección de datos: Observación Ensayo de resistencia a la compresión. |
| PROBLEMAS ESPECIFICOS | OBJETIVOS ESPECIFICOS | HIPOTESIS ESPECIFICAS | | | | Ensayo de variabilidad dimensional. |
| ¿Cuál serán las propiedades físicas - mecánica de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020? | Establecer las propiedades físicas - mecánica de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020. | H1: Las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo elaborado con mortero de material PET si presenta beneficios respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020. H0: Las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo elaborado con mortero de material PET no presenta beneficios respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020 | Ladrillo artesanal. | -Propiedades Física y Mecánica del ladrillo artesanal. | -Variabilidad dimensional. -Alabeo -Absorción -Resistencia a la compresión | Ensayo de alabeo. Ensayo de absorción Escala: Nominal & Razón |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--------------------------|--|--|
| <p>¿Cuál será el diseño de mezcla de un ladrillo con mortero de material PET según E 0.70 respecto de un ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020?</p> | <p>Establecer el diseño de mezcla de un ladrillo con mortero de material PET según E 0.70 respecto de un ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020.</p> | <p>H1: El diseño de la mezcla de un ladrillo con mortero de material PET si presenta beneficios respecto al ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020 H0: El diseño de mezcla del ladrillo con mortero de material PET no presenta beneficios respecto al ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020</p> | | | | |
| <p>¿cuál será el costo - beneficio de un ladrillo elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura.2020?</p> | <p>Determinar el costo - beneficio de un ladrillo Elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana – Piura 2020.</p> | <p>H1: el costo - beneficio del ladrillo elaborado con mortero de material PET si es beneficioso respecto del costo – beneficio del ladrillo artesanal de Sullana - Piura 2020 H0: el costo - beneficio del ladrillo elaborado con mortero de material PET no es beneficioso respecto del costo – beneficio del ladrillo artesanal de Sullana - Piura 2020.</p> | | <p>-Costo Beneficio</p> | <p>-Presupuesto a precios unitarios.</p> | |
| | | | | <p>-Diseño de mezcla</p> | | |

FUENTE: Elaboración propia de los autores.