



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICO DE LADRILLOS
FABRICADOS CON RESIDUOS PLÁSTICOS Y MATERIAL
AGREGADO, CHICLAYO**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

RISCO RUIZ, PIERINA ALEXANDRA.

ASESORES:

DR. HERRY LLOCLLA GONZALES

BLG. CESAR WILSON ARELLANO SÁNCHEZ

MGTR. INGRID ARACELLI CASSANA HUAMÁN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

CHICLAYO – PERÚ

2018

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
126



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 3.00 pm. horas del día 22 de febrero del 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 0321-2019/UCV-CH, de fecha 16 de febrero del 2019, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada:

“Propiedades físico mecánico de ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado, Chiclayo”.

Presentado por el (la) Bachiller: RISCO RUIZ, PIERINA ALEXANDRA, con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Ambiental, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

PRESIDENTE : Mgtr. José Modesto Vásquez Vásquez

SECRETARIO (A) : Mgtr. Ingrid Aracelli Cassana Huamán

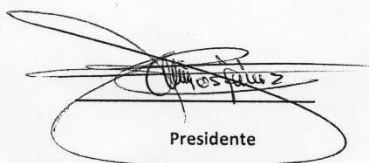
VOCAL : Dra. María Raquel Maxe Malca

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

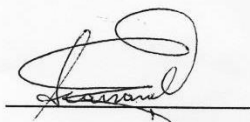
APROBADO POR UNANIMIDAD

Siendo las 4.00 pm., del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

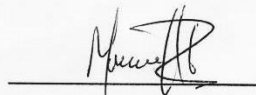
Chiclayo, 22 de febrero del 2019



Presidente



Secretario (a)



Vocal

DEDICATORIA

:

*“Las dificultades aumentan cuanto más
nos acercamos a la meta”*

Johann Wolfgang Von Goethe

AGRADECIMIENTO

A toda mi familia.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, PIERINA ALEXANDRA RISCO RUIZ, estudiante de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental en la Universidad César Vallejo, identificada con DNI 72703275.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autora de la tesis titulada: PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICO DE LADRILLOS FABRICADOS CON RESIDUOS PLÁSTICOS Y MATERIAL AGREGADO, CHICLAYO.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, y se han respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra los derechos de terceros.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, duplicados y/o copiados.

Por lo expuesto mediante el presente documento, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos, como de información aportada por el cual, me someto a lo dispuesto por las normas académicas de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO.

CHICLAYO, 2018



RISCO RUIZ, Pierina Alexandra.

DNI 72703275

PRESENTACIÓN

Actualmente la contaminación por residuos plásticos se ha convertido en una gran amenaza para la sociedad y representa uno de los mayores problemas a nivel mundial debido a que estos, en su gran mayoría, terminan en los océanos causando muerte de especies marinas y en las carreteras causando deterioro del paisaje, ya que demoran aproximadamente entre 500 y 1000 años en degradarse dependiendo del tipo de plástico que sea. Es importante mencionar que los impactos ambientales negativos que produce el uso indiscriminado de estos residuos plásticos son acumulativos y a pesar de ser mínimos en cantidad, causan mayor daño debido a lo perjudicial que se vuelven cuando se degradan en partículas más pequeñas conocidas como micro plásticos.

Se presenta la tesis titulada “PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICO DE LADRILLOS FABRICADOS CON RESIDUOS PLÁSTICOS Y MATERIAL AGREGADO, CHICLAYO” siguiendo los reglamentos establecidos y en cumplimiento a los requisitos que se exigen para obtener el título de Ingeniero Ambiental.

La investigación mencionada consta de tres partes fundamentales, como lo son la introducción donde se menciona la realidad problemática y los antecedentes que se tomaron como base para el estudio; la metodología donde se resalta la validez y confiabilidad de los instrumentos utilizados y los resultados que se obtuvieron luego de una exhaustiva investigación, plasmando el esfuerzo y dedicación en el transcurso de mi formación profesional.

La propuesta del estudio se realizó para verificar si las propiedades físico mecánico de ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado cumplen con la normatividad peruana para albañilería y en base a esto, proponer su uso en la construcción de muros, ya que estos ladrillos se consideran un material resistente, económico y amigable con el ambiente.

ÍNDICE

ACTA DE SUSTENTACIÓN	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	V
PRESENTACIÓN	VI
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA	13
1.2 TRABAJOS PREVIOS	14
1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA	24
1.3.1 PROPIEDADES FISICO MECÁNICAS DE LADRILLOS.....	24
1.3.2 RESIDUOS PLÁSTICOS Y MATERIAL AGREGADO.....	32
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	39
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	39
1.6 HIPÓTESIS.....	40
1.7 OBJETIVO	40
1.7.1 OBJETIVO GENERAL.....	40
1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	40
II. MÉTODO	40
2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	40

2.2	VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	41
2.3	POBLACIÓN Y MUESTRA	42
2.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	42
2.5	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	47
2.6	ASPECTOS ÉTICOS	48
III.	RESULTADOS	49
3.1	ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL.....	49
3.2	ENSAYO DE ABSORCIÓN.....	55
3.3	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	56
IV.	DISCUSIÓN.....	59
V.	CONCLUSIONES.....	61
VI.	RECOMENDACIONES	63
VII.	REFERENCIAS.....	64
	ANEXOS	67
	MATRÍZ DE CONSISTENCIA	74
	FIGURAS	76
	TABLAS.....	81
	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	89
	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS.....	90
	AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVETIGACIÓN ..	91

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°1: Flujograma de producción de ladrillo con residuos plásticos y material agregado

FIGURA N°2: Cemento Portland

FIGURA N°3: Arena fina

FIGURA N°4: Picadillo de residuos plásticos (bolsas y envolturas).

FIGURA N°5: Molde de madera para tres unidades de ladrillos

FIGURA N°6: Mezcla de cemento, arena y residuos plásticos

FIGURA N°7: Ladrillos con residuos plásticos y material agregado

FIGURA N°8: Fraguado de los ladrillos con residuos plásticos por 24 horas.

FIGURA N°9: Curado de los ladrillos con residuos plásticos a 15°C.

FIGURA N° 10: Medición de las dimensiones del ladrillo con residuos plásticos

FIGURA N°11: Pesado de los ladrillos con residuos plásticos y material agregado.

FIGURA N°12: Resistencia a la compresión de ladrillo con residuos plásticos y material agregado.

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°1: Códigos de identificación para el reciclaje de los plásticos.

TABLA N°2: Tabla de clases de unidades de albañilería para fines estructurales

TABLA N°3: Propiedades del Plástico Polipropileno (PP)

TABLA N°4: Porcentaje de agregados en la mezcla para ladrillos

.

RESUMEN

En la investigación se tomó en cuenta antecedentes donde se fabricaron ladrillos con plástico del tipo PET o PVC que fueron agregados en la mezcla para ladrillos de concreto con el fin de probar las propiedades físicas mecánicas que poseen. Del mismo modo se propone un ladrillo fabricado con plástico Polipropileno (PP), material de las bolsas y envolturas plásticas. Se trabajó con una población y muestra de 12 ladrillos, de los cuales se fabricaron 3 porcentajes diferentes de plástico como agregado y se tuvo: 3% para los tres primeros, 5% a los tres siguientes, 7% a los tres últimos y se consideró una muestra patrón de 3 ladrillos sin ningún agregado de residuos plásticos. Este plástico previamente cortado en retazos más pequeños fue mezclado en las diferentes proporciones mencionadas con un mortero de cemento, arena y agua. Se concluyó que cuanto más plástico se agregaba a la mezcla, menor era su resistencia a la compresión. No obstante, a medida que se adicionaba el plástico en mayor porcentaje el ladrillo se volvía más liviano en peso. Por lo tanto estos ladrillos podrían ser utilizados en la construcción de muros no portantes. Todo este estudio se realizó en base a los lineamientos establecidos en la NTP.399.604. Los resultados obtenidos fueron comparados con la Norma Técnica para unidades de albañilería E.070.

PALABRAS CLAVE: Propiedades físico mecánicas; Ladrillos; Residuos plásticos.

ABSTRACT

The investigation took into account the background where bricks were made with PET or PVC plastic that were added to the concrete brick mixture in order to test the physical and mechanical properties they possess. In the same way we propose a brick made of Polypropylene (PP) plastic, material of plastic bags and wraps. We worked with a population and sample of 12 bricks, of which 3 different percentages of plastic were manufactured as an aggregate and we had: 3% for the first three, 5% for the next three, 7% for the last three, and we considered a standard sample of 3 bricks without any addition of plastic waste. This plastic previously cut in smaller pieces was mixed in the different proportions mentioned with a mortar of cement, sand and water. It was concluded that the more plastic was added to the mixture, the lower its resistance to compression. However, as the plastic was added in greater percentage, the brick became lighter in weight.

Therefore these bricks could be used in the construction of non-load bearing walls. All this study was carried out based on the guidelines established in NTP.399.604. The results obtained were compared with the Technical Standard for masonry units E.070.

KEY WORDS: Mechanical physical properties; Bricks; Plastic waste

I. INTRODUCCIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

La Generación Per Cápita de los Residuos Sólidos Domiciliarios, en la ciudad de Chiclayo es de 0.454 kilogramos por habitante por día, y hasta la fecha se está generando un total aproximado de 144,48 Toneladas de residuos diarios, de los cuales el 5.402% son residuos plásticos en todas sus variedades: tenemos el 1,441% de Polietileno Tereftalato PET (1), el 0.510% de Polietileno de Alta Densidad PEAD (2), el 0.299% de Cloruro de Polivinilo PVC (3), el 1.335% de Polietileno de Baja Densidad PEBD (4), el 1.063% de Polipropileno PP (5), 0.210% de Poliestireno PE (6) y otros plásticos el 0.544%. (Municipalidad Provincial de Chiclayo, 2013)

Con el transcurrir del tiempo, la contaminación por residuos plásticos genera mayor impacto negativo en nuestro ambiente a nivel mundial, ya que estos residuos al ser arrojados a la intemperie, están expuestos y pueden terminar en los océanos causando muertes en especies marinas, en las fuentes de agua atorando los sistemas de alcantarillado y drenajes, en las carreteras generando un impacto visual negativo y deteriorando el paisaje, del mismo modo, este material resulta ser muy dañino para la salud debido a la composición química que tiene y a los compuestos tóxicos que emite cuando entra en contacto directo con el calor.

La investigación sobre las propiedades físico mecánico de ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado, muestra los resultados experimentales de ensayos que aseguran la calidad del ladrillo según la normatividad peruana, de esta manera se propone el uso de estos en la construcción, como una alternativa sostenible para minimizar los residuos plásticos que se generan debido al estilo de vida consumista que se tiene hoy en día. Se buscó, de esta manera promover la conciencia del reciclaje para generar un impacto positivo en la sociedad.

1.2 TRABAJOS PREVIOS

REINOSO, VERGARA, RONQUILLO y HERNÁNDEZ (2017), muestran su preocupación sobre la elaboración artesanal de los ladrillos de arcilla debido a generación de gases contaminantes como CO₂, SO₂ y NO₂ que se emiten en el proceso de cocción. Este problema ambiental se presenta en la mayoría de países de Latinoamérica, que a la larga ocasiona enfermedades respiratorias cuando la fuente de fabricación se encuentra cerca de la ciudad. Es por ello que los autores elaboraron un ladrillo ecológico hecho con plástico Polietileno reciclado, mezclado con cemento y otros materiales mediante un prensado hidráulico. La metodología se basó en las normas INEN 294, 295 y 296, que mencionan las propiedades como resistencia, el porcentaje de absorción, entre otras. Se elaboró un ladrillo tipo lego con las dimensiones de 30x15x85cm a base de plástico de Polietileno reciclado mezclado con cemento, cangahua y agua, se mezclaron todos los materiales y se vaciaron en una máquina de prensado hidroeléctrico, y posteriormente se realizaron los procesos de fraguado y curado durante siete días, donde se fueron regando dos veces al día con agua potable. En los resultados se obtuvo el peso del ladrillo PET: 10 libras aproximadamente que a comparación con los ladrillos tradicionales de arcilla son 2 libras más livianos y manejables; poseen una resistencia a las fuerzas compresoras de 38.38 kg/cm² y considera que la fabricación de estas unidades resulta económica y su uso en la construcción de viviendas no es complicado. Al diseñarse como un ladrillo tipo lego, tiene la ventaja de ser de fácil manipulación, por lo tanto hace que se agilice el proceso constructivo. Lo más resaltante es que este material es ecológico, ya que en su proceso de fabricación no utiliza los hornos de cocción y no emite gases contaminantes, debido a que estos se secan al aire libre. Este diseño que es sumamente innovador y brinda al ladrillo ecológico mayor resistencia en comparación a los ladrillos tradicionales.

DI MARCO y LEÓN (2017), proponen utilizar los ladrillos con adición de plástico PET en la construcción de viviendas sostenibles para su comunidad, debido la creciente contaminación de las fuentes de agua que genera la mala disposición de los residuos sólidos. Los autores elaboraron ladrillos con dos

porcentajes diferentes de residuo plástico, el primero con un 20% de PET y el segundo con un 40%. Se tomó como base una muestra que no tenía ningún porcentaje de plástico PET. La dosificación en volumen que escogieron los autores fue de 1:5:2, en lo que corresponde a cemento, arena y plástico PET. El procedimiento fue básicamente el mezclado de los materiales secos y se agregó el agua poco a poco hasta formar una mezcla uniforme. Esta se vació en moldes de manera que la mezcla se distribuya simétricamente, una vez que se llene todo el molde se procedió a golpearlo levemente unas 15 veces para asegurar que la mezcla se empareje adentro, para luego retirarlo y dejar fraguar las unidades por un promedio de 24 horas, seguido de esto se realizó el curado a una temperatura de 25°C regando el ladrillo cada 12 horas. Por último, se alistó las unidades para realizar los ensayos y determinar sus propiedades en base a las normas. En los resultados obtenidos, se encontró que los ladrillos fabricados con PET cumplen con las normas técnicas colombianas en lo que respecta al porcentaje de absorción ya que este es menor del 12%. En cuanto a la resistencia a las fuerzas compresoras, se obtiene que existen factores que pueden variar esta propiedad ya sea por los procedimientos de dosificación, el mezclado de los materiales, el proceso de fraguado o curado, etc. Sin embargo, los autores concluyen que es viable el uso del PET como agregado en la elaboración de ladrillos.

Así mismo CABALLERO y FLOREZ (2016), describen que el problema de la disposición final de los residuos plásticos y la explotación insostenible de recursos minerales, generan la necesidad de optar por nuevas alternativas ecológicas en el sector de la construcción. Los autores proponen sustituir un significativo porcentaje de los agregados por el triturado de plástico de Polietileno Tereftalato para fabricar bloques de hormigón. Plantean una investigación tipo mixta que consideró análisis descriptivos y experimentales en base a las Normas Técnicas Colombianas del ICONTEC y a las normativas NSR-10 cumpliendo con los parámetros de resistencia, absorción, densidad y humedad. Realizando pruebas para verificar la resistencia de los materiales, para luego analizar los resultados y proponer su uso en base a la normatividad vigente. En los resultados obtenidos, se

comprueba que la propuesta es viable ya que los bloques PET mostraron una reducción de peso por unidad en un 2% en comparación a los bloques convencionales para la sustitución de 37.5% de arena. Resistencias superiores para la sustitución de 12.5% y de 25% de agregados (3.5 y 3.2 MPa respectivamente) contra la de 0% (2.83 MPa), debido a estos valores en las resistencias el porcentaje de absorción del agua cumple, al arrojar magnitudes bajas de 11.9% y 11.8% para las dosificaciones correspondientes. También se comprueba que el uso de los bloques con plástico, resulta ser más económicos que un bloque artesanal con una variación del precio de hasta \$113.17 para una sustitución del 37.5% de arena.

ZAVALA (2015), busca en esta investigación, brindar una solución al problema de la contaminación por residuos plásticos que se genera a nivel mundial, dando como solución su uso en la construcción de modo que este material se implemente como mortero hidráulico, en la elaboración de una mezcla que contenga el cemento portland que es el más usado, la arena y el plástico tipo PET como agregado. De esta manera se impone un modelo como alternativa para construcción sostenible, debido a que el plástico se considera de largo periodo de degradación y se buscó mantener el potencial para cubrir las necesidades básicas de vivienda en el futuro. Se utilizó una metodología basada en el análisis profundo del problema, evaluación y pruebas en laboratorio para obtener datos precisos y analizarlos en cuadros comparativos. Se determinó las proporciones de cemento y el plástico triturado para evaluar el volumen, peso y la resistencia que alcanzaron las unidades, y se evaluó el mortero resultante. Obteniendo las proporciones de cemento y plástico de 1 a 0.5 (Cemento – PET molido), Como resultados se tuvo que los elementos constructivos que fueron creados con el material plástico tipo PET y el cemento portland en proporción de 1:0.5 poseen un peso específico de 1.22 gr/cm², que en comparación con los elementos comunes sin plástico, tienen un 15 a 20% del peso menor a los que tiene plástico. También poseen una resistencia a las fuerzas compresoras de 62.66 kg/cm², que equivale al 40% menos que los elementos comunes sin plástico, por lo que podrían utilizarse como bloques peatonales. Lo más

resaltante es que estos elementos poseen una alta resistencia a las temperaturas. Se recomienda el uso de residuos plásticos como elementos arquitectónicos debido a que no soportan mucho peso.

El impacto que causa los residuos plásticos en el ambiente perdura en el tiempo, debido a que estos demoran un promedio de 500 años en degradarse y al ser enterrados en los botaderos se demoran aún más. Es por ello que el objetivo principal de VALLE (2013), fue disminuir de manera significativa el volumen de los residuos que se generan en los botaderos informales y a la vez brindar una alternativa económica y ecológica para la construcción. De manera que al incluir las botellas plásticas PET se estarían aprovechando y reciclando como materia prima en la construcción de viviendas sostenibles. Estas botellas se convertirían en una cápsula que retiene los elementos de relleno que serán el cemento, la arena y el agua; formando una mezcla homogénea que servirá para la compactación de la botella PET. Estas unidades estructurales atraviesan el mismo procedimiento que un ladrillo convencional, también se procede a curarlos con agua durante un tiempo determinado. En la metodología, primero se determinó la producción de estas botellas PET en la zona de estudio, luego se continuó armando las unidades estructurales, luego al proceso de curado y por último se dejaron reposar las unidades para realizarles los ensayos de laboratorio. Se evaluó las propiedades físicas y mecánicas (a los 15, 20 y 28 días), como el porcentaje de agua que retiene, la porosidad y su resistencia. Como resultados se obtuvo que en los ensayos del análisis físico mecánico de las botellas PET, poseen mejores propiedades que los bloques tradicionales, ya que su resistencia a la compresión aumento un 23.63 kg/cm², su peso varía y va reduciéndose cuanto más tiempo pasa, de la misma manera sucede con su capacidad de absorción en un 8.33%.

Según GAGGINO (2008), en una investigación sobre la fabricación de elementos constructivos a base de residuos plásticos, demostró que es posible emplear tecnologías sustentables de autoconstrucción que sean aptas para mujeres y que a su vez promuevan el uso racional y reciclaje de los recursos que se encuentran al alcance. Del mismo modo su preocupación más grande es que no existen fábricas que traten estos

residuos plásticos es por ello que estos son recogidos por recicladores informales del país. Para ello se desarrolló una nueva tecnología que se basa en el reciclado de cuatro clases de plásticos: El Polietileno Tereftalato, Polietileno de baja densidad, Policloruro de vinilo o PVC y el Poliestireno Expandido o PE. Todos estos se trituran en un molino y se agregan en la mezcla para concreto en reemplazo a un porcentaje de los agregados comunes y se colocan en moldes para su compactación ya sea mecánica o manual. Como toda unidad de albañilería debe ser curada con agua y después transcurridos los 28 días se pueden utilizar para la construcción de diversas estructuras. En los resultados se obtuvo que los ladrillos y bloques fabricados con plástico PET, LDPE, PS y la mezcla de estos tres, soportan cargas máximas de rotura desde 0,3 hasta 20 kg/cm², siendo de todos estos, el último valor de los ladrillos con PET reciclado el que soporto la mayor carga de rotura. Esta investigación cumplió con varios objetivos que la autora consideró importantes que fueron desde el punto de vista tecnológico se logró desarrollar elementos para la construcción que fueran livianos, que pudieran aislar la temperatura y con la suficiente resistencia a la compresión para que puedan cumplir como material para construcción de viviendas; por el punto de vista ecológico, la implementación del plástico para fabricar ladrillos ayuda a minimizar los residuos que no se pueden reciclar.

Por otro lado, MOLINA, VIZCAINO y RAMÍREZ (2007), tienen como principal objetivo, encontrar el equilibrio entre la necesidad de vivienda y la protección al ambiente es por ello que proponen la viabilidad de utilizar el plástico por presentar propiedades como durabilidad, resistencia y efectivo aislante del frío, calor y ruido. Considerando también ser económico frente a otros materiales usados en la construcción, se presenta el proyecto para describir las propiedades de este novedoso ladrillo hecho con plástico que fue reciclado, de esta manera se podría brindar y asegurar el reemplazo del material tradicional de construcción de viviendas de interés social. Se realizó un proyecto experimental en donde elaboró el ladrillo hecho con plástico reciclado en base a un ladrillo macizo tolete común, luego se realizaron ensayos en el laboratorio para determinar las características especificadas en la normatividad colombiana, seguido de pruebas para determinar las

características tanto físicas como mecánicas para hallar las dimensiones, la masa, su peso como unidad, cuanto absorbe de agua, entre otras. Se obtuvo como resultado un ladrillo de plástico reciclado modelo estándar compuesto por 70 % de residuos plásticos tipo PET y 30% de residuos plásticos tipo PEAD con un peso promedio de 1081.21 gr equivalentes aproximadamente a 1 kg que, en comparación a otros ladrillos, este es más liviano. El ladrillo en cuanto al alabeo, tiene caras uniformes lo cual facilita su aplicación en la construcción de viviendas.

En cambio, ARRASCUE y CANO (2017), consideran que los materiales plásticos pueden utilizarse como una alternativa viable para la construcción sostenible debido a que minimizan el impacto económico y a su vez los residuos plásticos, estos poseen características como resistencia, ligereza, aislante de temperatura, entre otros. Los autores proponen como solución la fabricación de ladrillos livianos con escamas de plástico PET. Se utilizó como patrón un ladrillo que fue fabricado en una máquina que emite vibraciones para distribuir la mezcla de manera uniforme y fabricó tres tipos de ladrillos con diferentes cantidades de PET con el fin de comparar y verificar que cumplan con los requisitos de las pruebas de resistencia para un ladrillo Tipo I en base a la Norma Técnica de Edificaciones E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Se determinó la cantidad de material utilizado en la dosis de 1:7:3 en lo que respecta a cemento y agregados con resistencia a la compresión a los 28 días de edad. Se agregó los porcentajes de plástico PET en 35, 45, 55 y 100%, teniendo como mejor resultado de resistencia con 55% de plástico PET luego de 28 días, de 57 kg/cm². Los otros ensayos realizados fueron para determinar el porcentaje de variación dimensional, alabeo, contenido de humedad, absorción, entre otros. Como conclusiones, los autores comprueban que los ladrillos con plástico PET, cumplen con las obligaciones de la norma E.070 de albañilería para ladrillos Tipo I, también mencionan que al adicionar el 55 % del peso del cemento, en comparación al ladrillo patrón, su peso se reduce en un 10 % es decir, un aproximado de 460 gramos. Los ladrillos fabricados en la máquina que emite vibraciones poseen mayor resistencia mecánica que los

ladrillos que se fabrican sin maquinarias sofisticadas, es por ello que la calidad depende del proceso de fabricación.

Menciona ECHEVERRÍA (2017), su preocupación por el consumo masivo de envases de bebidas que tardan muchos años en degradarse afectando directamente el ambiente. Sin embargo, al reciclarse este tipo de plásticos PET, se contribuye de cierta manera al proceso de gestión de residuos al utilizarse como materia prima para la construcción. La autora considera que este tipo de plásticos poseen una alta resistencia, rigidez y dureza, es por ello que plantea el diseño y elaboración de este elemento constructivo como una alternativa ecológica, que presenta como ladrillo de concreto con plástico reciclado. Su objetivo principal fue determinar las propiedades físicas mecánicas que se encuentran especificadas en la norma técnica E.070, para esto se utilizaron proporciones equilibradas de los agregados para elaborar un ladrillo de clase IV, con porcentajes desde 0%, 3%, 6% hasta 9% de hojuelas de plástico PET, obteniendo cuatro diferentes tipos de ladrillos con cantidades variables de PET. Las cuales se sometieron a ensayos de laboratorio al cumplir los 28 días de edad para poder determinar sus propiedades tanto físicas como mecánicas. Se utilizó un diseño de investigación experimental con un solo factor y el procesamiento de los datos se realizaron en el Programa Microsoft Excel 2016. En los resultados obtenidos, la propiedad más resaltante fue la resistencia a la compresión, con los siguientes valores característicos: $f'_{b} = 161.96 \text{ kg/cm}^2$, $f'_{b} = 127.08 \text{ kg/cm}^2$, $f'_{b} = 118.80 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_{b} = 110.46 \text{ kg/cm}^2$. Se concluye que la resistencia mecánica de estos ladrillos elaborados de concreto vibrado y plástico PET no mejoran, debido a que existe una disminución de esta propiedad de 51.5 kg/cm^2 o 31.8% respecto a la mezcla patrón que se utilizó. Las muestras con los porcentajes de 3,6 y 9%, de plástico PET, se clasifican como unidades de albañilería de tipo III y puede utilizarse para la construcción de estructuras.

En la investigación que realizó GONZALES (2016), menciona que debido a la actual tendencia de incentivar la implementación de proyectos que sean sostenibles en todos los ámbitos, surge la idea de incluir el plástico tipo PET en la fabricación de ladrillos ya que este material a pesar de tener mucho

potencial como producto reciclable, tristemente no se logra aprovechar de la manera que debería puesto que terminan en los botaderos volviéndose inservibles. Es por ello que el autor busca hacer una comparación entre las unidades de albañilería comunes y los ladrillos con agregado PET que presenta como alternativa para la construcción de viviendas en la zona de estudio, mediante ensayos en laboratorio para determinar sus propiedades tanto físicas como mecánicas. Se trabajó con una investigación de diseño experimental, en donde se varió el porcentaje de plástico de acuerdo a las propiedades de los ladrillos según los requisitos de las normas técnicas, entre los instrumentos para recolectar los datos obtenidos de los análisis se utilizaron fichas para anotar las variaciones que hubo en el agregado de los porcentajes diferentes de plástico al 0, 5, 10 y 15%. Y se empleó como programa para analizar los datos el Microsoft Excel 2013. En los resultados obtenidos se determinó que ninguno de los ladrillos cumplía con la variación dimensional obligatoria que exige la norma, el único que tenía los porcentajes de variación más baja fue el de 15% agregado de PET. Las unidades presentan una variación en cuanto a alabeo de menos de 2 milímetros, es por ella que cumplen con el valor permitido en la norma, lo cual hace que el ladrillo no requiera una gran cantidad de mezcla para el mortero de pega. En cuanto a la resistencia que poseen estos ladrillos, se concluye que mientras aumentaba el porcentaje de plástico como agregado, iba disminuyendo su resistencia a las fuerzas compresoras respectivamente, pero no obstante, estos ladrillos aún clasifican como tipo IV para fines estructurales según las norma de albañilería y tipo 17 para ladrillos de concreto.

ASTOPILCO (2015), menciona que el proceso de descomposición de materiales plásticos como el PVC o el PET lleva más de 500 años, es por ello que no es ambiental ni económicamente viable la disposición final que estos tienen actualmente. El autor considera que el reciclaje es una de las mejores alternativas desde el punto de vista ambiental, debido a que se estaría evitando la acumulación y quema de estos residuos que tanto daño le causan al ambiente. La investigación se realizó para comparar las propiedades físico mecánico de ladrillos con concreto y con PVC. El autor

describe una serie de pruebas que pasaron las unidades de albañilería y como indicadores consideró el alabeo, porcentajes de absorción, resistencia a las fuerzas compresoras y a la flexión. Se verificó el control de calidad según las NTP N° 399.604, 399.613 y 399.601. En los resultados obtenidos la variación dimensional es mínima, en alabeo un promedio de 0 a 2.5 mm, para el ensayo de absorción los ladrillos con porcentajes de PVC presentan menor capacidad de absorber agua, con un valor promedio de 7.89% para ladrillos con 50% de PVC y 6.85% para ladrillos con 100% de PVC y finalmente para en cuanto a la resistencia, las unidades con porcentajes de PVC, presentan baja resistencia a compresión frente a ladrillos sin porcentajes de PVC con un valor promedio de 223.99 kg/cm², el cual cumple con el diseño de mezclas para un concreto de $f'c = 210$ kg/cm². Finalmente se concluye que, en función a las propiedades de los ladrillos, estas aumentan al añadirse el PVC, excepto la resistencia a compresión. Es por ello que este material con porcentajes de PVC triturado se puede utilizar en muros perimétricos, parapetos, jardinería, albañilería aporticada y en muros no portantes.

TAPIA (2015), estudia de las propiedades de estos ladrillos que se fabrican de manera artesanal en los pueblos. Básicamente se analizaron los ladrillos que producen los centros poblados de San José y Manzanamayo para estudiar su comportamiento mecánico y sus propiedades físicas según las normas técnicas peruanas correspondientes al sector de albañilería. La metodología que aplicaron se encuentra especificada en la normatividad vigente con respecto a albañilería, en donde menciona la clasificación que se les da de acuerdo al tipo de ladrillo que se presente y para el fin que se va a utilizar. El tipo de investigación fue cuasi experimental, con un diseño experimental transversal y una técnica de muestreo por conveniencia. Se realizaron ensayos de variación de las dimensiones, ensayo de alabeo, de resistencia a la compresión, porcentaje de absorción, entre otros ensayos basados en las normas técnicas. Se obtiene que los ladrillos fabricados en las zonas de San José y Manzanamayo, arrojan resultados mostrando que las unidades no cumplen con las condiciones obligatorias establecidas en la norma técnica peruana en cuanto a dimensiones, comportamiento estructural y

resistencia a la compresión. Al evaluar las características físicas se obtuvo que el porcentaje de variación dimensional es de -0.19% de largo, 2.08% de ancho y -.063% de ancho, en cuanto a concavidad se obtuvo 0.55mm. y convexidad se obtuvo 1.30mm. y por último en los ensayos de compresión se obtuvo 5.15 MPa o 52.48 kg/cm² con un porcentaje de absorción de 20.11%.

Sin embargo, PAZ (2014) hace mención sobre la necesidad que surge al querer minimizar los residuos plásticos que terminan enterrados en los botaderos, dejándolos sin utilidad alguna, cuando existe necesidad de vivienda por parte de las personas de bajos recursos. El autor busca disminuir los costos y a su vez, promover el reciclaje de estos residuos plásticos y utilizarlos como un recurso para la construcción de viviendas sostenibles, para así de esta manera minimizar los daños que causan al ambiente. Se hace uso de una tecnología novedosa que consta en el triturado de estos plásticos para facilitar la clasificación y minimizar su tamaño hasta en partículas aproximadamente de 1 cm. Seguido de esto se procede al lavado con detergente y enjuague para retirar los restos de cualquier tipo de partícula residual, para luego reciclarlos y agruparlos según el tipo de plástico; se procede al centrifugado para extraer el grueso de agua que pueda quedar y se seca a temperatura ambiente. Al final todo el material pasa al proceso de inyección en donde se funde el plástico. El autor obtuvo un ladrillo de plástico reciclado con una combinación del 70% de plástico tipo (PET) y 30% de plástico tipo PEAD o HDPE, que al ser sometido a ensayos arrojó que, en alabeo, el ladrillo presentó caras uniformes siendo esta una de las razones por las cuales el material puede ser de ligera manipulación al momento de la construcción. El ladrillo puede absorber agua por debajo del promedio establecido en 0.29% y tiene una resistencia a la compresión de 212,6 Kgf/cm² y 239 Kgf/cm² de manera horizontal y vertical. Se concluye lo económico que resulta ser este material en comparación al ladrillo artesanal a base de arcilla debido los bajos costos de materia prima y fabricación.

1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1 PROPIEDADES FISICO MECÁNICAS DE LADRILLOS

Como menciona la NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN, específicamente la NORMA E.070 – ALBAÑILERÍA. En el Artículo cinco, primero nos da una definición de Unidades de Albañilería, donde se tiene al ladrillo como una unidad que por su peso y dimensión puede ser manipulada con una sola mano y al Bloque como la unidad que por su dimensión y peso se manipula con ambas. Estas unidades deben estar elaboradas en su mayoría con materia prima como arcilla, concreto, sílice o cal y pueden ser fabricadas de manera artesanal o industrial; pueden tener huecos, ser totalmente sólidos o ser tubulares o alveolares. Las unidades que se fabriquen con concreto y hayan sido curadas, se pueden utilizar en la construcción, solo después de haber transcurrido los 28 días que se requiere para obtener su estabilidad volumétrica y alcanzar su mayor resistencia. Para determinar el diseño estructural de las unidades de albañilería se debe tener en cuenta las características especificadas en la TABLA N°2: Tabla de clases de unidades de albañilería para fines estructurales. Entre las pruebas que se deben realizar a los ladrillos, resalta primero el muestro para determinar cuántas unidades del lote se van a utilizar como muestra, en este caso se selecciona al azar 10 unidades por cada lote de hasta 50 millares de ladrillos; a estas diez se les determina sus dimensiones y los ensayos de alabeo. De estas se utilizan 5 unidades para compresión y las otras 5 para determinar la absorción, según especifica la norma. Para la resistencia a las fuerzas compresoras, se efectúan los ensayos especificados en las NTP.399.604 para ladrillos de concreto. En cuanto a la resistencia característica a la compresión axial de los ladrillos ($f'b$) se obtiene mediante la resta de la desviación estándar y el valor promedio de la muestra, ver Tabla n°3: Resistencias características de la albañilería. En caso de la variación de las dimensiones también se efectúan los ensayos especificados en las NTP.399.604 para ladrillos de concreto, de la misma manera se aplican la misma norma para determinar la absorción.

Para la aceptación de la unidad de albañilería, la Norma E.070. de albañilería especifica lo siguiente: En caso de que la muestra tenga más del 20% de dispersión en los resultados es decir los coeficientes de variación para los

ladrillos producidos de manera industrial o para ladrillos producidos artesanalmente un 40%; se debe ensayar otra muestra y de persistir los mismos resultados de dispersión, se debe rechazar el lote. Para el caso de absorción en ladrillos de arcilla o con sílice-cal, no debe pasar del 22%, en cambio para las unidades de concreto, no será mayor al 12% de la absorción y en caso de los bloques de concreto NP, no deberá ser mayor al 15%. También se menciona que los ladrillos no deben tener ningún material extraño o de naturaleza calcárea en su composición, tampoco deben presentar resquebrajaduras, hendiduras, fracturas o grietas, ni ningún defecto parecido que de alguna u otra manera afecte la resistencia y durabilidad de la unidad. Del mismo modo la unidad no debe presentar manchas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

En la NORMA TÉCNICA PERUANA N°399.601. Unidades de Albañilería. Ladrillos de concreto, establece los requisitos que debe cumplir un ladrillo de concreto con peso normal para uso estrictamente en albañilería, tanto como estructural o para revestimiento de edificios y estructuras similares, estas unidades deben ser elaboradas principalmente con cemento portland, agua y agregados que pueden tener o no, la inclusión de otros materiales similares. Esta norma aplica a todas las unidades a base de concreto que sean sólidas o que tengan perforaciones, que sean utilizadas tanto en albañilería estructural o no, para soportar cargas, muros de cierre o tabiques. La norma menciona las siguientes definiciones que deben considerarse para cumplir el propósito de esta norma:

Dimensiones de fabricación, esas son adoptadas por la persona que elabora los ladrillos.

Dimensiones efectivas, son las que se obtienen mediante una medición directa de la unidad.

Dimensiones nominales, son aquellas estipuladas en las normas técnicas peruanas que designan el tamaño específico del ladrillo.

Ladrillos de concreto, son todas aquellas unidades que poseen dimensiones modulares, fabricadas con cemento portland, agua y algunos agregados, que dan la facilidad de ser manipuladas con una sola mano. Ladrillo sólido o macizo, son aquellos que tienen una sección neta, en cualquier parte de la

superficie, que equivale al 75% o quizás más, de la sección bruta medida en el mismo plano.

Resistencia a la compresión, se considera a la relación entre la carga de rotura a compresión de una ladrilla y su sección bruta.

Resistencia a la compresión nominal, se refiere al valor referencial establecidos en la norma mencionada como resistencia a la compresión referida a la sección bruta y utilizando la designación del ladrillo.

Sección bruta, se refiere a la menor área susceptible de ser obtenida en un plano paralelo al de asiento, en las condiciones que especifica la norma técnica peruana N°399.604

Unidad de albañilería de peso normal, es aquella que en condiciones de secado tiene una densidad de 2000 kg/m³ o más.

En cuanto a la clasificación de los ladrillos de concreto se deben cumplir los requisitos de la NTP.399.601, y deben considerarse dentro de estos cuatro tipos:

Tipo 24, para uso como unidades de enchape arquitectónico y muros exteriores sin revestimiento y para su uso donde se requiera alta resistencia a la compresión y resistencia a la penetración de la humedad y a la acción severa del frío.

Tipo 17, para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión y resistencia a la acción del frío y a la penetración de la humedad.

Tipo 14, para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.

Tipo 10, para uso general donde se requiera moderada resistencia a la compresión.

En cuanto a los requisitos físicos, la norma específica que los ladrillos deben estar conforme a los requerimientos indicados en la TABLA N°3: Requisitos de resistencia y absorción para ladrillos de concreto.

En lo que respecta a las variaciones permisibles de las dimensiones en cuanto a ancho, alto y altura, estas no deben diferir por más del $\pm 3,2$ milímetros de las dimensiones estándar especificadas por el fabricante.

La NTP N°399.601, también menciona algunas pautas en cuanto a lo que se refiere al acabado y apariencia de la unidad de albañilería, todas estas deben tener excelentes condiciones y deben estar libres de grietas u otros defectos que impidan el empleo adecuado del ladrillo, o que puedan deteriorar la resistencia o durabilidad de este en la construcción. Cuando estos ya se emplean en la construcción de muros expuestos, estas unidades no deben tener ningún indicio de agrietamiento o astillamiento, ni otras imperfecciones que puedan ser visibles a una distancia de menos de 6 metros bajo la luz. En cuanto al color y la textura, el material debe tener un buen acabado con superficies lisas y todo conforme a lo establecido en la norma. En lo referente al método y ensayo de muestreo, ese se debe realizar dentro de por lo menos 10 días para el cumplimiento de los ensayos, estos se encuentran especificados en la Norma Técnica Peruana N°399.604 que viene detallada a continuación.

La norma técnica que se debe cumplir para que las unidades de albañilería se encuentren dentro de los estándares establecidos, es la Norma Técnica Peruana NTP 399.604. Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto, esta establece el procedimiento que se debe seguir para obtener datos como dimensiones, resistencia a la compresión, absorción, contenido de humedad y peso unitario (densidad) de los ladrillos fabricados con concreto y otros materiales agregados, esta norma se aplica al control de calidad para unidades que se utilizarán para albañilería estructural y no estructural. A continuación, se mencionan los procesos que esta norma considera para determinar la calidad de un ladrillo.

SELECCIÓN DE LAS UNIDADES PARA LOS ENSAYOS: Según la Norma, las unidades que serán analizadas se escogerán al azar o mediante el uso de una tabla estadística de números aleatorios, todo esto teniendo en cuenta que ninguna unidad sea modificada durante el proceso de selección. Estas unidades seleccionadas representarán a todo el *LOTE total. *Se le denomina LOTE, a cualquier número de unidades de albañilería de concreto de cualquier configuración o dimensión fabricado por el productor usando los

mismos materiales, diseño de mezcla de concreto, proceso de fabricación y método de curado.

SELECCIÓN DE LA MUESTRA PARA LOS ENSAYOS: Para realizar los respectivos ensayos según las normas, se selecciona una muestra de 5 unidades por cada lote de menos de 10 000 unidades.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA PARA LOS ENSAYOS: Como menciona la norma, se debe marcar cada unidad de muestra para que pueda ser identificada fácilmente y se realizarán en el área superficial del ladrillo a menos del 5% del espacio. Se debe considerar pesar las unidades de muestra para los ensayos de contenido de humedad seguido e inmediato, luego de haber marcado las muestras y se deberá registrar como peso recibido (W_r).

1.3.1.1 MEDICIÓN DE DIMENSIONES

Para realizar este procedimiento de la medición de las dimensiones de la unidad de albañilería, se deben realizar las siguientes actividades según la Norma Técnica Peruana NTP 399.604. Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.

INSTRUMENTOS: Es necesario medir las dimensiones con una regla de acero que se encuentre graduada e divisiones de 1,0 mm. Los espesores de las paredes laterales y los tabiques se medirán con un calibre Vernier (conocido como Pie de Rey), graduado en divisiones de 0,4 mm. Y con quijadas paralelas de no menos de 12,7 mm ni más de 25,4 mm de longitud.

UNIDADES DE MUESTRA: En la norma técnica se menciona que son tres unidades enteras para evaluar el ancho, altura, longitud y los espesores mínimos de las paredes laterales, pero en este caso se utilizarán 5 unidades para el ensayo. Se permite usar las mismas unidades de muestra para otros ensayos.

DIMENSIONES: Cada muestra se debe medir y registrar el ancho (A) en la longitud media de las superficies de apoyo superior e inferior, la altura (H) en la longitud media de cada cara, y la longitud (L) en la altura media de cada cara. La norma indica que se debe medir el espesor de la pared lateral y el espesor de la parte más delgada de cada elemento a 12,7 mm encima del plano de la cama de mortero y a la división más cercana de la regla o

calibrador. Cuando la parte más delgada lateral opuesta de la pared difiera en espesor por lo menos en 3,0 mm promediar sus medidas para determinar el espesor mínimo de pared lateral de la unidad, sin considerar los surcos de la banda, los empalmes simulados y los detalles similares a las mediciones.

1.3.1.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Como señala la Norma NTP 399.604.2005. Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. Menciona que para determinar también la resistencia de compresión de debe realizar lo siguiente:

INSTRUMENTOS: *Máquina de ensayo o compresora:* esta será equipada con dos bloques de soporte de acero, de los cuales, uno es una rótula con plato que transmitirá la carga a la superficie superior del espécimen de albañilería y la otra a un bloque rígido plano sobre el cuál descansará la unidad de muestra. Cuando el área de los bloques no sea suficiente para cubrir la selección, se colocará entre estos, placas de acero que cumplan los requisitos del apartado después que el centroide de la superficie de apoyo de la albañilería se haya alineado con el centro de la rótula. *Bloques de soporte de acero y plato:* Cuando las superficies de los bloques de soporte de acero y las placas no se apartarán de un plano por más de 0,025 mm. En cualquier dimensión de 152,4 mm.

El centro de la esfera de la rótula coincidirá con el centro de su cara de apoyo. Si se utiliza una placa de apoyo, el centro de la esfera de la rótula reposará en una línea que pasa verticalmente a través del centroide de la cara de apoyo de la unidad de muestra. La longitud y el ancho de la placa de acero serán de por lo menos 15 mm mayor que la longitud y ancho de la unidad de muestra.

UNIDADES DE MUESTRA PARA PRUEBA: De las cinco unidades muestreadas, se utilizan tres para la prueba de compresión, después de llegar al laboratorio, se almacena (no apiladas y separadas por no menos de 13 mm en todos sus lados) en aire a una temperatura de $24\text{ °C} \pm 8\text{ °C}$ y una humedad relativa de menos del 80% por no menos de 48 horas. Alternativamente, si los resultados de la compresión son requeridos prontamente, se almacena las unidades no apiladas en el mismo ambiente

descrito con una corriente de aire que proporcione un ventilador eléctrico por un periodo no menor a 4 horas. Este procedimiento continúa hasta que las unidades muestren, en intervalos de dos horas, un incremento de la pérdida no mayor al 0.2 %, pero determinado anteriormente y hasta que no se muestren rastros de manchas de humedad visibles en la superficie. Las muestras no serán secadas al horno.

PROCEDIMIENTO: Se ensayarán las muestras con el centroide de sus superficies de apoyo alineadas de manera vertical con el centro de empuje de la rótula de la máquina de ensayo. Cuando se ensayen las muestras deben estar libres de humedad visible o manchas de humedad, del mismo modo las cargas se deben aplicar hasta la mitad de la máxima prevista a cualquier velocidad conveniente, luego se ajustan los controles de la máquina para dar un recorrido uniforme del cabezal móvil, de manera que la carga sea aplicada en no menos de un minuto y no más de dos minutos. Al final solo se registra la carga de compresión máxima expresada en Newtons como P_{máx}.

1.3.1.3 ABSORCIÓN

Como señala la Norma NTP 399.604.2005. Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. Especifica todos los procedimientos que se deben seguir para obtener el resultado de la absorción de las unidades de muestras hechas a base de concreto.

INSTRUMENTO DE LABORATORIO: la balanza utilizada será sensible dentro del 0.5% del peso del espécimen más pequeño probado.

ENSAYO DE UNIDADES DE MUESTRA: Se debe utilizar tres unidades enteras que hayan sido señaladas, pesadas y registradas; cuando los resultados deben ser usados para determinar el contenido de humedad o espesor equivalente.

PROCEDIMIENTOS

SATURACIÓN: Se debe sumergir las unidades de muestra seleccionadas para la prueba en agua a una temperatura de 15,6 °C a 27,7°C por 24 horas, como lo indica la Norma técnica peruana 399.604. Luego de esto, se debe sacar del agua y dejar que el ladrillo drene por 1 minuto, retirando el agua superficial visible con un paño, pesar y registrar como peso saturado (W_s)

SECADO: seguido de realizar la saturación, se debe secar las muestras en un horno ventilado de 100°C a 115°C por no menos de 24 horas y hasta que dos pesadas sucesivas en intervalos de 2 horas muestren un incremento de la pérdida no mayor que 0.2% del peso del último previamente determinado. Se debe registrar los pesos de las muestras secadas como peso secado al horno (W_d).

A continuación, se muestran las fórmulas para calcular los datos, según la norma técnica peruana 399.604 para albañilería de concreto.

ABSORCIÓN:

$$\text{Absorción, \%} = \left[\frac{(W_s - W_d)}{W_d} \right] \times 100 \quad (1)$$

Donde:

W_s = peso saturado de la muestra (kg)

W_d = peso seco al horno de la muestra (kg)

En la NTP 399.604, menciona que el área bruta de la selección transversal medida en el mismo plano se halla utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{ÁREA BRUTA: } (A_g), \text{ mm}^2 = L \times W \quad (3)$$

Donde:

A_g = área bruta de la muestra, mm^2

L = longitud promedio de la muestra, mm

W = anchura promedio de la muestra, mm

El área bruta de la sección transversal de una muestra según la NTP, es el área total de la selección perpendicular a la dirección de la carga, incluyendo áreas dentro de las celdas y espacios reentrantes, a menos que estos espacios vayan a ser ocupados por porciones de la albañilería adyacente.

ESFUERZO DE COMPRESIÓN

Esfuerzo de compresión del área bruta, se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Esfuerzo de compresión del área bruta, MPa} = P_{\max} / A_g \quad (4)$$

Donde:

P_{\max} = carga (N)

A_n = área bruta de la muestra, mm².

La norma técnica menciona que al final de los ensayos se debe elaborar un informe completo que incluya lo siguiente:

La resistencia a la compresión del área bruta con una aproximación a las 0.1 Mpa por separado para cada espécimen.

En cuanto a la absorción y la densidad resultante se debe expresar por separado para cada unidad y como el promedio de las tres unidades según lo determinado en absorción y densidad.

Para el ancho, la altura y la longitud promedio de cada muestra según la medida del espesor de la pared lateral y el espesor del tabique en la parte más delgada de cada elemento a 12,7 milímetros encima del plano de la cama de mortero.

1.3.2 RESIDUOS PLÁSTICOS Y MATERIAL AGREGADO

RESIDUOS PLÁSTICOS

“Se estima que, en nuestro país, el 28,7% de los residuos sólidos que se pueden reutilizar son hechos de plástico. La mayoría de estos sirven para empaquetar las golosinas, comida y bebidas en general, el propósito de estos empaques básicamente es mantener al producto que contiene lejos de la humedad. Su componente principal es el polipropileno (PP) y se considera que este tipo de plástico conserva mejor los alimentos, ya que actúa como una barrera protectora. El principal problema con estos residuos radica en la segregación y recuperación del plástico, debido a que no se clasifica de la manera correcta y esto genera que las empresas no los puedan reciclar. Se menciona que en año 2013, en nuestro país se generaron unas 230 mil toneladas de material plástico, de los cuales el 13% fue plástico Polipropileno (PP). El problema con reciclar estos residuos está en la segregación del material, debido a que existen muchas variedades de plásticos y lamentablemente de los 28.7% de los residuos plásticos que se consideran

reutilizables terminan mezclados y enterrados en los botaderos informales de nuestro país, es por ello que es más difícil su reutilización”. (Proexpansión, 2015).

Los residuos plásticos son un problema ambiental de compleja magnitud, pues no solo contaminan el suelo, agua y aire desde su proceso de fabricación sino también hasta después de cumplir su tiempo de vida útil. Los plásticos son polímeros compuestos formados por varias cadenas de macromoléculas, que se caracterizan por tener una alta resistencia y densidad, así como también son buenos aislantes de la temperatura, el sonido, y resistentes a sustancias ácidas y disolventes. Las moléculas que los forman pueden estar de forma lineales o en ramificaciones estructuralmente hablando, es por ello que existen varios tipos de plásticos. Su tiempo de descomposición es de 400 años hasta 1000 años aproximadamente dependiendo del tipo de plástico con el que esté fabricado. Estos plásticos se clasifican en dos grandes grupos, por una parte tenemos a los *termo fijos o termo estables*, aquellos que se endurecen y descomponen en presencia de altas temperaturas y los *termoplásticos* son aquellos que al someterse a cierta temperatura tienden a reblandarse por eso es más fácil volver a formar otro plástico. Estos últimos se pueden reciclar mediante nuevas técnicas para darle otro uso, lo cual es hoy en día necesario debido a la poca facilidad para su reciclaje y su largo tiempo de degradación. Entre los plásticos que se consideran no degradables tenemos el poliestireno, polipropileno y polietileno tereftalato, que se encuentran comúnmente en todas partes y son los que más influyen en la contaminación ambiental debido a que se descomponen en fragmentos más pequeños denominados micro plásticos con tamaños menores a los 5 milímetros. Estos lamentablemente por varias razones terminan acumulándose en los océanos y se confunde como alimento para las especies marinas, esto representa un gran peligro debido a que, al ser ingerido, causa la muerte de estas especies, como hoy en día ya está sucediendo. “Se ha demostrado que los plásticos acumulan compuestos químicos tóxicos como los bifenilos policloratos, el

diclorodfenil, dicloroetano y los nonifenoles, que son muy solubles en el agua y por esta razón se acumulan en los plásticos” (Valle, 2013, p.35)

“Se tienen ciertas codificaciones de los plásticos para poder diferenciarlos, esta simbología nos ayuda a identificar el proceso de recolección y de reciclaje que estos tipos de plástico van a tener luego de terminar su tiempo de vida útil. Se desarrolló un sistema que permite identificar los plásticos mediante un código mayormente en la parte del fondo de un recipiente con un triángulo del reciclaje grabado con un determinado número dependiendo del tipo. Fue desarrollado por “The society of the plastic industry” (SPI) y se reconoce a nivel mundial, entre ellos tenemos: PET, PEAD, PVC, PEBD, PP y PS. Debido a que hoy en día, el plástico se vuelve un elemento contaminante y nocivo para el ambiente y para la salud; se busca la manera de reinsertarlo al ciclo de vida y darle otro uso, de manera que perdure en el tiempo e impacte de manera productiva.

Ya que el plástico se considera un material durable, versátil y tiene alta resistencia ante diferentes agentes externos, así como también se considera un elemento aislante térmico y acústico; y también es más económico que otros materiales constructivos, cuenta con una singular manera de limpieza y mantenimiento, así como es un material liviano con un tiempo de vida útil de muchísimos años”.

(Valle, 2013, p.30-36).

“El plástico es una sustancia sintética de estructura macro molecular por su gran cantidad de moléculas de hidrocarburo, alcoholes y otros compuestos orgánicos; el plástico es una sustancia orgánica por su gran cantidad de carbono en sus moléculas. Entre la clasificación de los residuos plásticos y en qué tipo de residuos los podemos encontrar tenemos: *Polietileno Tereftalato (PET)*: Los más conocidos son en los envases de bebidas, cosméticos, frascos, películas transparentes, fibras textiles), envases al vacío, bolsas y empaques, etc. *Polietileno de Alta Densidad (PEAD)*: Bolsas y envases de productos de cuidado personal, todas las bolsas para hacer las compras, etiquetas de las marcas de bebidas, baldes para pintura, etc. *Cloruro de Polivinilo*

(PVC): Todos los tubos y materiales sanitarios para desagües domiciliarios y de redes, etc. *Polietileno de Baja Densidad (PEBD)*: Son todas aquellas bolsas que reparten los centros comerciales, supermercados, farmacias, panaderías, etc. También están los plásticos utilizados en el envasado de alimentos y productos industriales. Forman parte de los pañales desechables, bolsas para suero, tubos, envases de medicamentos, blíster de pastillas, etc. *Polipropileno (PP)*: Lo encontramos en las envolturas para toda clase de golosinas, los envoltorios de papel film que se utiliza para empaquetar alimento, cigarrillos, chicles, ropa, jeringas descartables, tapas de todo tipo de bebidas, pañales desechables, etc. *Poliestireno (PS)*: Potes y envases para productos lácteos y derivados, vasos, platos, cubiertos y contenedores, máquinas de afeitar desechables, juguetes infantiles, etc. (Molina, Vizcaíno y Ramírez, 2007, p.56-57).

PROPIEDADES DEL PLÁSTICO POLIPROPILENO (PP)

Este es un termoplástico que puede ser obtenido por un proceso de polimerización que se genera como subproducto de los gases en la refinación del petróleo. Este proceso se desarrolla con un equipo catalizador que se maneja controlando la presión y temperatura. Este tipo de plástico se clasifica en 3 tipos diferentes que se pueden adaptar y modificar de acuerdo a la necesidad de su uso. Entre sus características principales resalta su versatilidad ya que tiene múltiples aplicaciones en diferentes rubros comerciales y es muy compatible con las variedades de técnicas para su procesamiento ya que posee un peso específico menor a los 0,9 *gramos/centímetros cúbicos*, es por ello que se utiliza en menor cantidad cuando se obtiene el producto final. Este plástico actúa como una barrera que evita que la humedad traspase lo cual lo hace impermeable y ofrece una protección a los productos que envuelve. También posee óptimas propiedades como transparencia, la cual se considera superior en comparación a los otros plásticos y su alta resistencia. En cuanto al reciclaje de este plástico resulta muy práctico ya que no tiene compuestos aromáticos ni cloro en su composición, lo cual hace que no afecte su valorización energética. (PETROQUIM, 2018) Ver TABLA N°6 y 7 al final. La quema de los materiales plásticos genera gases en menor o mayor grado, dependiendo

del tipo de plástico. Por ejemplo, la quema de plástico polipropileno genera emisiones de metano, el cual resulta asfixiante y puede llegar a desplazar el oxígeno presente en ambientes cerrados. En general la quema de plástico, genera gases de dióxido y monóxido de carbono que se genera por la incompleta combustión del material, así como el cianuro de hidrógeno que en caso de un incendio puede causar graves daños a la salud. Esto mayormente sucede cuando las personas en general queman su basura a la intemperie, para minimizar su volumen, es entonces donde estas sustancias se dispersan cuando se realiza la quema del plástico, estos gases mayormente tienen efectos que se acumulan en el organismo y a la larga generan daños a las personas; todo esto mayormente depende del tiempo de exposición de la persona y la concentración de la sustancia. (Echevarría, 2017).

MATERIAL AGREGADO:

CEMENTO: Según CHING y ADAMS, 2013, el cemento Portland se forma al calcinar una mezcla de arcilla y piedra caliza en un horno rotatorio y pulverizando el clínker resultante hasta formar un polvo muy fino. También mencionan cinco tipos de cemento portland, entre ellos están: El cemento Portland Tipo I, es utilizado en construcciones en general y no es diferente a ningún otro tipo de cemento. El cemento Portland moderado Tipo II, al igual que el anterior se emplea en la construcción en general, pero a diferencia del otro, se utiliza en la construcción de espigones grandes y muros de retención pesados, ya que requieren una moderada resistencia a la acción de sulfatos o cuando puede ser muy dañina la retención del calor. El cemento Portland de alta resistencia inicial Tipo III es uno de los cementos que tiende a fraguar de manera rápida, es decir adquiere resistencia en menos tiempo que el cemento portland normal, usualmente se utiliza este tipo de cemento cuando es necesario retirar la cimbra de manera inmediata, así como también en climas fríos con la intención de protegerse de las bajas temperaturas. El cemento Portland de bajo calor de hidratación Tipo IV, es aquel que genera menos calor de hidratación en comparación al cemento Portland normal. Este tipo de cemento se utiliza cuando se construyen estructuras masivas de concreto, como ejemplo se tienen las presas de gravedad, ya que la acumulación del calor en este caso puede ser dañina.

El cemento Portland resistente a los sulfatos TIPO V, este tipo de cemento se utiliza cuando se necesita obtener resistencia a la acción severa de sulfatos. Por último, mencionan que existe el cemento Portland inductor de aire, el cual es de Tipo I, II y III, a los cuales se le adhiere una pequeña cantidad de agente inductor de aire durante su fabricación y a este se le designa con el sufijo A.

AGUA: los autores también consideran al agua como elemento fundamental en la albañilería, debido a que esta se utiliza en la mezcla de concreto y este debe estar liberado de material orgánico, arcilla y sales. Se menciona que el agua debe ser potable. Se forma una pasta de cemento que básicamente es la mezcla entre el agua y el cemento que se utiliza para recubrir o para el fraguado o amalgama de partículas de los agregados que se hacen a la mezcla de concreto.

AGREGADO: se puede considerar a cualquier material mineral inerte como arena y grava que se agregan a la pasta de cemento, este representa entre un 60% y 80 % del volumen del concreto y sus propiedades son necesarias para adquirir la resistencia, el peso y la resistencia al fuego del concreto endurecido. O en todo caso, se considera que el agregado debe ser duro y estable dimensionalmente hablando, y tiene que estar libre de arcilla, limo y materia orgánica para que se evite la aglomeración de las partículas por la matriz de cemento. Se indica que el agregado fino puede ser arena con un tamaño menor de partícula de 6 mm o un cuarto de pulgada.

En cambio, el agregado grueso puede ser piedra triturada, grava o escoria de alto horno que tenga un tamaño mayor a 6 mm. El tamaño máximo de un agregado grueso se debe limitar al tamaño de la sección de las varillas de refuerzo.

ADITIVOS: Si se necesita modificar las propiedades del ladrillo, mencionan los autores que pueden agregarse aditivos a la mezcla de concreto. Se tiene a los *agentes inclusores* que se encargan de aumentar la trabajabilidad de la mezcla de concreto, así como también mejorar la resistencia del producto curado al agrietamiento que se produce por los ciclos de deshielo libre o el escamado que causan las sustancias químicas desheladoras en cantidades mayores que producen concreto ligero aislante. Mencionan también a *los aceleradores* que son los que aceleran el proceso de fraguado y la

resistencia de la mezcla, mientras que *los retardadores* detienen el fraguado para obtener más tiempo para colocar y trabajar la muestra. Los *agentes activos superficiales o surfactantes*, son los que reducen la tensión superficial del agua que facilita la acción de humedecimiento y de penetración del agua, o de otra manera ayudan en la emulsificación o dispersión de otros aditivos en la misma mezcla. Los *agentes reductores de agua o superplastificantes*, son aquellos que reducen la cantidad de agua que es requerida para trabajar una mezcla de concreto. Mencionan que la reducción de la relación de agua-cemento resulta ser de mayor resistencia. Los *agentes colorantes*, son aquellos como su mismo nombre menciona, que se encargan de modificar y/o controlar el color mediante el uso de pigmentos o tintes que se agregan a la mezcla.

A lo que CABALLERO y FLORES 2016, aseguran que, al mezclar el cemento con los agregados y el agua, se genera una masa completamente uniforme, maleable y plástica, la cual fragua y se endurece; denominándose hormigón o concreto. Su uso es generalmente para la construcción y posee propiedades adhesivas y cohesivas que, al mezclarse con otros materiales, se tiene la facilidad de formar un bloque sólido y compacto. Los autores trabajaron con el cemento denominado Portland, que se le conoce por ser un ligante hidráulico inorgánico, que se obtiene a partir del Clinker, que básicamente es carbonato de calcio (caliza) y de aluminosilicatos que puede ser arcillas o margas. El cemento se clasifica según su propósito específico, tenemos el cemento tipo I: que se utiliza para todo propósito, el tipo II que caracteriza por su resistencia a los sulfatos, el cemento tipo III que se caracteriza por su resistencia rápida, el cemento tipo IV que se caracteriza por su bajo calor de hidratación y por último tenemos el cemento tipo V que se caracteriza por su resistencia a la acción de sulfatos pesados. Es por ello que este material es un elemento importante en la construcción debido a que su utilidad lo vuelve difícil de reemplazar en trabajos como morteros para tabiques, boques, cimentaciones de muros, revestimientos, etc.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Los ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado calificarán como Tipo I según la NTE 070 de albañilería?

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Esta investigación se realizó con el fin de aportar datos sobre las propiedades físico mecánico que posee un ladrillo elaborado con residuos plásticos y material agregado, del mismo modo de acuerdo a los resultados obtenidos en comparación a las normas técnicas peruanas, se propone su el uso al ser ecológico y sostenible, ya que ayuda a minimizar los plásticos mediante la fabricación de estos ladrillos, que pueden utilizarse como material de construcción para diversas estructuras según el tipo de ladrillo para el que clasifique.

Cabe resaltar que los residuos plásticos pueden traer beneficios al convertirse en una alternativa de reducción de costos en la construcción y contribuye a sensibilizar a la población sobre el cuidado del ambiente, del mismo modo se promueve la conciencia sobre el daño que causan estos residuos al ser desechados de manera incorrecta en el ambiente sin considerar que este material podría cubrir la necesidad de vivienda. Esta investigación se presenta como una iniciativa que promueve la incorporación de estos residuos plásticos en la fabricación común de ladrillos de concreto, al adicionarse un pequeño porcentaje en reemplazo del agregado fino, de esta manera los residuos se convertirán en elemento esencial en la construcción y se logrará motivar a la población a promover el uso de materiales reciclados en la construcción de diversas estructuras y espacios.

JUSTIFICACIÓN TEÓRICA:

La investigación realizada servirá como base para otros estudios relacionados a las propiedades físico mecánico de ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado, teniendo como base la norma técnica de edificaciones E.070. Albañilería, las Normas Técnicas Peruanas N°399.601 y 399.604 para ladrillos de Concreto.

1.6 HIPÓTESIS

Los ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado califican

como Tipo I según la NTE 0.70 de Albañilería.

1.7 OBJETIVO

1.7.1 OBJETIVO GENERAL

- 1) Contrastar que los ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado califican como Tipo I según la NTE.070 de Albañilería.

1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2) Describir las características de los ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado.
- 3) Determinar las propiedades físico mecánico de los ladrillos fabricados con residuos plásticos al 3, 5 y 7% y material agregado.

II. MÉTODO

2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se trabajó con un diseño de investigación cuasi experimental de tipo cuantitativa.

2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
Propiedades físico mecánico de Ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado	Según la NTE.070 ALBAÑILERÍA. En el Artículo 5, anexo 5.4 menciona qué ensayos deben pasar los ladrillos para calificar como Tipo I y estos son resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción. Se realizan en base a la Norma Técnica Peruana N°399.604. Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.	Primero se fabrican los ladrillos con los diferentes porcentajes de residuos plásticos como envolturas y bolsas, los ladrillos pasan por un proceso de fraguado de 24 horas y tres días de curado en agua y luego pasando los 7 días desde la fabricación se procede a realizar los ensayos en el laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad César Vallejo, para determinar la absorción, variación dimensional, alabeo y resistencia a la compresión. Terminados los ensayos se procede a analizar los datos en el Programa Microsoft Excel 2010 para obtener los resultados y contrastar que los ladrillos califican como Tipo I cumplen con la NTE.070 de Albañilería	Propiedades físicas del Ladrillo	Peso	Gramos (gr.)
				Dimensiones	Milímetros (mm)
				Absorción	Porcentaje (%)
			Propiedad mecánica del Ladrillo	Resistencia a la compresión.	MPa (kg/cm ²)

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Como POBLACIÓN se tuvo 12 ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado.

Como MUESTRA se tuvo 12 ladrillos, de los cuales 9 fueron fabricados con residuos plásticos y material agregado los primeros tres tienen adicionado 3% de plásticos, los otros tres tienen el 5% de plástico y los últimos tres tienen el 7% adicionado, del mismo modo se fabricaron 3 ladrillos como patrón sin ningún porcentaje de plástico.

Se realizó un MUESTREO no probabilístico por conveniencia.

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Se utilizaron TÉCNICAS como el *análisis documental* en donde se recolectaron datos e información confiable de fuentes como libros, tesis, revistas y manuales para describir las variables estudiadas y la técnica de la *observación* que fue crucial para identificar la problemática de la zona estudiada.

Entre los INSTRUMENTOS utilizados para recolectar datos tenemos las notas de campo, registros anecdóticos y los instrumentos de laboratorio que son la balanza de precisión, la máquina compresora para determinar la resistencia mecánica.

LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La siguiente investigación se realizó en el Distrito de Chiclayo, que se ubica en las siguientes coordenadas geográficas en grados decimales: Longitud:79.8408800 y Latitud: -6.7713700, y expresada en grados y minutos decimales en la longitud es $079^{\circ}50'27.17''$ y latitud es $S6^{\circ}46'16.93''$. Coordenadas que fueron obtenidas por el satélite de Google Maps.

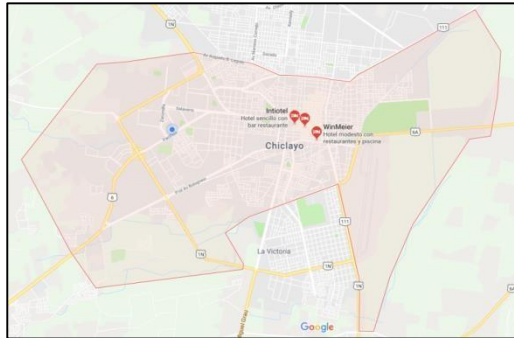


Ilustración 1: Ubicación de la zona de estudio

Chiclayo posee una superficie total de 252.39 kilómetros cuadrados, con una altitud media de unos 29 metros sobre el nivel del mar, con el huso horario de UTC-5, cuenta con una población de aproximadamente 291 777 habitantes hasta el año 2015 y con una densidad poblacional de 5794,98 habitantes por kilómetro cuadrado. Cuenta con una superficie que abarca los 50,35 kilómetros cuadrados. Según Wikipedia, la enciclopedia libre (2017).

SELECCIÓN DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS

Para la fabricación de los ladrillos se seleccionó los residuos plásticos que menos se reciclan, específicamente el Polipropileno (PP) que se encuentra en las envolturas y empaques de golosinas. Se utilizó agua potable, como agregado fino la arenilla y el cemento portland debido a su alta durabilidad, resistencia, certificación ambiental y de calidad que posee la marca con la que se trabajó. Los equipos seleccionados fueron: para la fabricación de los ladrillos se utilizó un molde rectangular de madera para tres ladrillos de 24cm x 13cm x 9cm. Y para realizar los ensayos se utilizaron equipos de laboratorio como la balanza de precisión y la máquina compresora para ensayos de rotura de concreto.

FABRICACIÓN DE LADRILLOS

ARMADO DEL MOLDE

Antes de fabricar el ladrillo, procedemos al armado del molde de madera de 24 cm x 47 cm x 9 cm, para tres unidades, utilizando tablas de madera y clavos. (Ver FIGURA N°5: Armado del molde para ladrillos). Se fabricó ladrillos con residuos plásticos y material agregado con las siguientes medidas: Ladrillo de 240mm x 130 mm x 90mm (23x13x9cm), estas medidas cumplirán con las dimensiones obligatorias según la NTP 399.601 para ladrillos de concreto.

PREPARADO DE LA MEZCLA

Primero se determinó la cantidad en gramos y el porcentaje de residuos plásticos que aproximadamente se agregaría a la mezcla (VER AL FINAL LA TABLA N°7). Luego siguiendo con el procedimiento para preparar la mezcla, se utilizó el picadillo de plástico polipropileno de empaques, bolsas y envolturas de plástico en reemplazo a un pequeño porcentaje del agregado fino, como mortero o ligante se utilizó cemento Portland y como agregado la arena fina; estos materiales secos se mezclaron homogéneamente y luego se procedió a agregar el agua en el centro de la mezcla seca y poco a poco se fue incorporando hasta formar una pasta.

Se emplearon moldes de madera fabricados manualmente debido al corto presupuesto, estos se engrasaron previamente al llenado de la mezcla para que sea más fácil el desmolde. Se vació la mezcla hasta el ras dentro de los moldes ya ubicados en una superficie plana sobre unas bolsas de plástico para que no se peguen al piso y sean fáciles de desmoldar, se procedió a emparejar la mezcla con una varilla y se dio pequeños toques al molde para emparejar toda la superficie. Seguido de esto, se dejaron las unidades de muestra en reposo durante un día (24 horas al sol y aire) esperando que obtengan la suficiente consistencia para luego poder manipularlos.

Luego de transcurrido el tiempo de fraguado, se movilizaron los ladrillos hasta una tina para realizar el curado con agua a una temperatura de 17 grados centígrados, donde estos permanecieron durante tres días para que puedan desarrollar su resistencia. Luego de transcurrir este tiempo se retiran y se

almacenan por un día para que reposen antes de realizar los respectivos ensayos. La importancia de realizar el curado de las unidades es para permitir que el cemento continúe con la reacción química para obtener una mejor calidad y resistencia de la unidad de albañilería. Lo ideal es dejarlos curar durante 7 días y luego dejar completar los 28 días de edad desde la fabricación para poder realizar los ensayos.

“Lo más recomendado para el proceso de curado, es sumergir los ladrillos en un pozo o piscina llena de agua saturada con cal, durante un periodo de tres días. Pero el curado también se puede realizar regando periódicamente con agua durante siete días, se humedecen los ladrillos al menos tres veces al día o lo necesario para que no se comiencen a secar en los bordes y se les cubre con plásticos o costales húmedos para evitar que no se evapore fácilmente el agua” (PÉREZ, 2016, p.21)

CONTROL DE CALIDAD

Para esto se realizan ensayos físicos mecánicos que se basan en la Norma Técnica de Edificaciones E.070. Albañilería, en las Normas Técnicas Peruanas N° 399.604, 399.601 de INDECOPI. Con el fin de encontrar las características del material y poder hacer una comparación entre los resultados obtenidos y los establecidos en las normas. Los doce ladrillos elaborados con residuos plásticos y material agregado se ensayaron bajo la norma técnica peruana 399.604 (Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto). Estos ensayos fueron realizados en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la Universidad César Vallejo Filial Chiclayo. Se fabricó un total de doce ladrillos de los cuales fueron tres sin porcentaje de plásticos, tres que contienen residuos plásticos al 3 %, los otros tres contienen residuos plásticos al 5 %, y los últimos tres contienen residuos plásticos al 7%, de los cuales, se realizó el siguiente procedimiento:

Primero se procedió a pesar los ladrillos en una balanza analítica para obtener el peso recibido de las unidades y luego se continuó con el resto de los ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas.

El peso de las unidades que fueron recibidas en el laboratorio, de un total de 12 ladrillos, se tuvo 3 ladrillos como patrón sin ningún porcentaje de plástico, tres con el 3% de residuos plásticos, los otros tres con 5% y los últimos tres con el 7% de residuos plásticos.

MUESTRAS	CÓDIGO	PESO (gr)
LADRILLOS CON 0% DE PLÁSTICO	1	5742.60
LADRILLOS CON 0% DE PLÁSTICO	2	5887.40
LADRILLOS CON 0% DE PLÁSTICO	3	5776.10
LADRILLOS CON 3% DE PLÁSTICO	4	5536.70
LADRILLOS CON 3% DE PLÁSTICO	5	5346.10
LADRILLOS CON 3% DE PLÁSTICO	6	5489.60
LADRILLOS CON 5% DE PLÁSTICO	7	5198.50
LADRILLOS CON 5% DE PLÁSTICO	8	4984.50
LADRILLOS CON 5% DE PLÁSTICO	9	4731.00
LADRILLOS CON 7% DE PLÁSTICO	10	4667.90
LADRILLOS CON 7% DE PLÁSTICO	11	4231.30
LADRILLOS CON 7% DE PLÁSTICO	12	4476.30

Para los ensayos en el laboratorio, como instrumento de recolección de datos, se elaboró formatos para registrar los datos obtenidos en base a las propiedades establecidas en la Norma Técnica Peruana 399.604 de concreto que se encuentran detallados en la parte final del trabajo de investigación (VER ANEXOS: N° 1, 2 y 3) y estos son presentados a continuación: ANEXO N°1: para el ensayo de variación dimensional, ANEXO N°2: porcentaje de absorción y ANEXO N°3: para el ensayo de resistencia a la compresión

VALIDEZ DE LOS INSTRUMENTOS TECNOLÓGICOS

La Balanza de pesaje hidrostático es de marca KÉRN, con capacidad de 36 kilogramos con una lectura mínima de 0.1 gramos y la prensa de compresión estándar para rotura de concreto es de marca Forney con un rango de 1,33 hasta 113,398 kilogramos de fuerza. Los ensayos para absorción y resistencia a la compresión de ladrillos estándar se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la Universidad César Vallejo Filial Chiclayo y los resultados fueron validados por Ing. Victoria de los Ángeles Agustín Díaz encargado del laboratorio. Para probar la confiabilidad se realizó los ensayos correspondientes en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales y se comprobó la confiabilidad de los instrumentos tecnológicos con la firma y sello del laboratorio que se encuentra adjuntado en la parte final de la investigación.

2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD

Estos se realizan con el fin de limitar la aplicación de los ladrillos en los diversos diseños estructurales que existen. En total se utilizaron 12 ladrillos fabricados con residuos plásticos y materiales agregado en 3 proporciones diferentes de plástico al 3, 5 y 7 % y para obtener un alto resultado de control de calidad se utilizaron tres ladrillos patrón. Se les realizaron los ensayos de absorción, variación dimensional y compresión.

VARIACIÓN DIMENSIONAL

La NTP.399.601 menciona que, a pesar de considerarse esta propiedad como física, se considera influyente en la resistencia del muro, es por ello que cuanto más variación dimensional tenga, será mayor el espesor y a su vez obtendrá más resistencia a la compresión del muro de albañilería. Aquí se evalúa la variación que adquiere el ladrillo al momento del vaciado de la mezcla y el desmolde. El procedimiento y el cuadro de resultados de todas las medidas de largo, ancho y altura se encuentran adjuntados al final de la investigación en el ANEXO N°1.

ABSORCIÓN

En base a la NTP 399.604, se establece cuál es realmente la capacidad que tiene el ladrillo para la absorción de agua, cuando estos poseen una excesiva absorción, no será posible obtener uniones adecuadas con el mortero para la construcción. El procedimiento y el cuadro de resultados se encuentran en el ANEXO N°2.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

De la misma manera en la NTP 399.604, menciona que, a mayor resistencia se asegura una mejor calidad del ladrillo para fines estructurales y de exposición. A menor resistencia, se obtiene una baja calidad por lo tanto es probable que las unidades sean poco resistentes y de poca duración. El procedimiento se encuentra en el ANEXO N°3

2.6 ASPECTOS ÉTICOS

El presente trabajo se considera auténtico en todas sus dimensiones, ya que fue redactado según el formato del Desarrollo del Proyecto de Investigación que impone la Universidad César Vallejo, siguiendo las normas APA e ISO para la citación de los diferentes autores (respetando los derechos), especificando la bibliografía y referencias de diversas fuentes utilizadas en el transcurso del desarrollo del proyecto.

III. RESULTADOS

3.1 ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

En los siguientes cuadros se presentan los valores de 3 unidades de albañilería para cada porcentaje de plástico polipropileno, 0%, 3%, 5% y 7% para determinar sus dimensiones: largo, ancho y alto, seguido del promedio, la variación porcentual y el coeficiente de variabilidad (CV). Cabe resaltar que las dimensiones específicas del ladrillo fabricado con residuos plásticos y material agregado son de (240 mm x 130 mm x 90 mm). Los resultados de los ensayos para determinar la variación dimensional de los ladrillos fabricados con el 0% de plástico con agregado fino de arena y cemento como adhesivo principal, se muestran a continuación en el siguiente cuadro.

Cuadro N°1: Resumen del ensayo de variación dimensional de ladrillos fabricados con residuos plásticos al 0% y material agregado

MUESTRA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)
M-1	243.00	132.00	87.00
M-2	252.00	130.00	83.00
M-3	241.00	133.00	83.00
PROMEDIO	245.33	131.67	84.33
VARIACIÓN (%)	2.22	1.28	6.30
DESV. EST	5.86	1.52	2.3
COEF. DE VARIACION %	2.39	1.16	2.74
% VARIACION SEGÚN N.T			
	MAXIMO	MÁXIMO	MÁXIMO
E.070 ALBAÑILERÍA para	4% 6%	8% ladrillo tipo I	

ANÁLISIS DESCRIPTIVO:

Para la dimensión largo tenemos que: El promedio del largo obtenido para ladrillos al 0% fue de 245.33 milímetros, con una variabilidad (desviación estándar) de 5.86 milímetros. Lo que indicaría según el coeficiente de variación que la medida de longitud varía en 2.2% respecto del promedio, valor muy bajo. A su vez la variación obtenida como resultado de la diferencia del valor ideal y el promedio obtenido, respecto al valor ideal fue de 2.39%, que representa también un valor muy bajo.

Para la dimensión ancho tenemos que: El promedio del ancho obtenido para ladrillos al 0% fue de 131.67 milímetros, con una variabilidad (desviación estándar) de 1.5 milímetros. Lo que indicaría según el coeficiente de variación que la medida de longitud varía en 1.16% respecto del promedio, valor muy bajo. A su vez la variación obtenida como resultado de la diferencia del valor ideal y el promedio obtenido, respecto al valor ideal fue de 1.28 %, que representa también un valor muy bajo.

Para la dimensión alto tenemos que: El promedio del alto obtenido para ladrillos al 0% fue de 84.33 milímetros, con una variabilidad (desviación estándar) de 2.3 milímetros. Lo que indicaría según el coeficiente de variación que la medida de longitud varía en 2.74% respecto del promedio, valor muy bajo. A su vez la variación obtenida como resultado de la diferencia del valor ideal y el promedio obtenido, respecto al valor ideal fue de 6.3 %, que representa también un valor bajo en comparación a la norma establecida.

Como menciona la Norma E.070 de Albañilería, los porcentajes de variación para los ladrillos de tipo I son los siguientes: con respecto a la dimensión de largo el porcentaje de variación se considera hasta el 4% como máximo, con respecto al ancho el porcentaje de variación se considera hasta el 6% como máximo y por último el porcentaje de variación para la altura es del 8 % como máximo. En los resultados obtenidos se observa que las tres dimensiones cumplen con los porcentajes obligatorios especificados en la norma de albañilería.

Los resultados obtenidos de los ensayos para determinar la variación dimensional de los ladrillos fabricados con el 3% de bolsas y envolturas de polipropileno con agregado fino de arena y cemento como adhesivo principal, se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N°2: Resumen del ensayo de variación dimensional de ladrillos fabricados con residuos plásticos al 3% y material agregado

MUESTRA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)
M-1	239.00	130.00	91.00
M-2	241.00	129.00	87.00
M-3	242.00	131.00	93.00
PROMEDIO	240.67	130.00	90.33
VARIACIÓN (%)	0.28	0.00	0.37
DESV. EST	1.53	1.00	3.06
COEF. DE VARIACION %	0.63	0.77	3.38
% VARIACION SEGÚN N.T			
	MAXIMO	MÁXIMO	MÁXIMO
E.070 ALBAÑILERÍA para	4%	6%	8%
ladrillo tipo I			

Para la dimensión largo tenemos que: El promedio del largo obtenido para ladrillos al 3% fue de 240.67 milímetros, con una variabilidad (desviación estándar) de 1.53 milímetros. Lo que indicaría según el coeficiente de variación que la medida de longitud varía en 0.63 % respecto del promedio, valor muy bajo. A su vez la variación obtenida como resultado de la diferencia del valor ideal y el promedio obtenido, respecto al valor ideal fue de 0.28%, que representa también un valor muy bajo.

Para la dimensión ancho tenemos que: El promedio del ancho obtenido para los ladrillos al 3% fue de 130.00 milímetros, con una variabilidad (desviación estándar) de 1.00 milímetros. Lo que indicaría según el coeficiente de variación que la medida de longitud varía en 0.77 % respecto del promedio, valor muy bajo. A su vez la variación obtenida como resultado de la diferencia del valor ideal y el promedio obtenido, respecto al valor ideal fue de 0.00%, que representa también un valor muy bajo.

Para la dimensión alto tenemos que: El promedio del alto obtenido para los ladrillos al 3% fue de 90.33 milímetros, con una variabilidad (desviación estándar) de 3.06 milímetros. Lo que indicaría según el coeficiente de variación que la medida de longitud varía en 3.38% respecto del promedio, valor muy bajo. A su vez la variación obtenida como resultado de la diferencia

del valor ideal y el promedio obtenido, respecto al valor ideal fue de 0.37 %, que representa también un valor bajo en comparación a la norma establecida.

Como menciona la Norma E.070 de Albañilería, los porcentajes de variación para los ladrillos de tipo I son los siguientes: con respecto a la dimensión de largo el porcentaje de variación se considera hasta el 4% como máximo, con respecto al ancho el porcentaje de variación se considera hasta el 6% como máximo y por último el porcentaje de variación para la altura es del 8 % como máximo.

Los resultados de los ensayos para la variación dimensional de los ladrillos fabricados con el 5% de residuos plásticos se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N°3: Resumen del ensayo de variación dimensional de ladrillos fabricados con residuos plásticos al 5% y material agregado

MUESTRA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)
M-1	240.00	132.00	91.00
M-2	239.00	129.00	87.00
M-3	241.00	131.00	89.00
PROMEDIO	240.00	130.67	89.00
VARIACIÓN (%)	0.00	-0.51	1.11
DESV. EST	1.00	1.53	2.00
COEF. DE VARIACION %	0.42	1.17	2.25

Para la dimensión largo tenemos que: El promedio del largo obtenido para ladrillos al 5% fue de 240.00 milímetros, con una variabilidad (desviación estándar) de 1.00 milímetros. Lo que indicaría según el coeficiente de variación que la medida de longitud varía en 0.42% respecto del promedio, valor muy bajo. A su vez la variación obtenida como resultado de la diferencia del valor ideal y el promedio obtenido, respecto al valor ideal fue de 0.00%, que representa también un valor muy bajo.

Para la dimensión ancho tenemos que: El promedio del ancho obtenido para ladrillos al 5% fue de 130.67 milímetros, con una variabilidad (desviación estándar) de 1.53 milímetros. Lo que indicaría según el coeficiente de variación que la medida de longitud varía en 1.17% respecto del promedio, valor muy bajo. A su vez la variación obtenida como resultado de la diferencia del valor ideal y el promedio obtenido, respecto al valor ideal fue de -0.51%, que representa también un valor muy bajo.

Para la dimensión alto tenemos que: El promedio del alto obtenido para ladrillos al 5% fue de 89.00 milímetros, con una variabilidad (desviación estándar) de 2.00 milímetros. Lo que indicaría según el coeficiente de variación que la medida de longitud varía en 2.25% respecto del promedio, valor muy bajo. A su vez la variación obtenida como resultado de la diferencia del valor ideal y el promedio obtenido, respecto al valor ideal fue de 1.11%, que representa también un valor bajo en comparación a la norma establecida. Como menciona la Norma E.070 de Albañilería, los porcentajes de variación para los ladrillos de tipo I son los siguientes: con respecto a la dimensión de largo el porcentaje de variación se considera hasta el 4% como máximo, con respecto al ancho el porcentaje de variación se considera hasta el 6% como máximo y por último el porcentaje de variación para la altura es del 8 % como máximo.

Los resultados de los ensayos para la variación dimensional de los ladrillos fabricados con el 7% de residuos plásticos se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N°3: Resumen del ensayo de variación dimensional de ladrillos fabricados con residuos plásticos al 7% y material agregado

MUESTRA	LARGO	ANCHO	ALTO
M-1	242.00	131.00	89.00
M-2	237.00	129.00	93.00
M-3	239.00	132.00	91.00
PROMEDIO	239.33	130.67	91.00
	0.28	-0.51	-1.11
VARIACIÓN (%)	2.52	1.53	2.00
DESV. EST	1.05	1.17	2.20
COEF. DE VARIACION %			
	(mm)	(mm)	(mm)

Para la dimensión largo tenemos que: El promedio del largo obtenido para ladrillos al 7% fue de 239.33 milímetros, con una variabilidad (desviación estándar) de 2.52 milímetros. Lo que indicaría según el coeficiente de variación que la medida de longitud varía en 1.05% respecto del promedio, valor muy bajo. A su vez la variación obtenida como resultado de la diferencia del valor ideal y el promedio obtenido, respecto al valor ideal fue de 0.28%, que representa también un valor muy bajo.

Para la dimensión ancho tenemos que: El promedio del ancho obtenido para ladrillos al 7% fue de 130.67 milímetros, con una variabilidad (desviación estándar) de 1.53 milímetros. Lo que indicaría según el coeficiente de variación que la medida de longitud varía en 1.17% respecto del promedio, valor muy bajo. A su vez la variación obtenida como resultado de la diferencia del valor ideal y el promedio obtenido, respecto al valor ideal fue de -0.51%, que representa también un valor muy bajo.

Para la dimensión alto tenemos que: El promedio del alto obtenido para ladrillos al 7% fue de 91.00 milímetros, con una variabilidad (desviación estándar) de 2.00 milímetros. Lo que indicaría según el coeficiente de variación que la medida de longitud varía en 2.20% respecto del promedio, valor muy bajo. A su vez la variación obtenida como resultado de la diferencia

del valor ideal y el promedio obtenido, respecto al valor ideal fue de -1.11%, que representa también un valor bajo en comparación a la norma establecida.

Como menciona la Norma E.070 de Albañilería, los porcentajes de variación para los ladrillos de tipo I son los siguientes: con respecto a la dimensión de largo el porcentaje de variación se considera hasta el 4% como máximo, con respecto al ancho el porcentaje de variación se considera hasta el 6% como máximo y por último el porcentaje de variación para la altura es del 8 % como máximo.

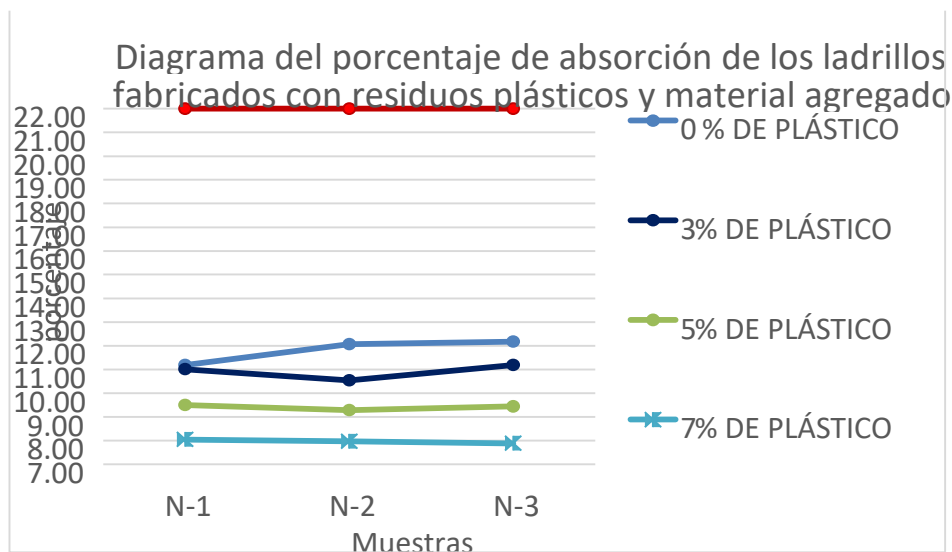
3.2 ENSAYO DE ABSORCIÓN

En el siguiente Cuadro N°4 se presentan las unidades de muestra de residuos plásticos al 3, 5 y 7 % de albañilería que muestran los valores con respecto al porcentaje de absorción y el promedio del ladrillo fabricado con residuos plásticos y material agregado.

CUADRO N°4: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL LADRILLOS

DE RESIDUOS PLÁSTICOS	CÓDIGO	PESO (gr)	PROMEDIO %
0 % DE PLÁSTICO	M-1	5642.6	5725.4
	M-2	5787.4	
	M-3	5746.1	
3 % DE PLÁSTICO	M-1	5236.7	5524.1
	M-2	5746.1	
	M-3	5589.6	
5 % DE PLÁSTICO	M-1	5198.5	4938.0
	M-2	4984.5	
	M-3	4631.0	
7 % DE PLÁSTICO	M-1	4667.9	4391.9
	M-2	4431.3	
	M-3	4076.3	

A continuación, se muestra el diagrama del porcentaje de absorción de los ladrillos con los diferentes porcentajes de residuos plásticos al 0, 3, 5 y 7 %. Donde se observa que todos cumplen con la norma debido a que su porcentaje de absorción se encuentra por debajo del 22%. Entonces cumple con los parámetros especificados concluyendo que los ladrillos con el 7 % de residuos plásticos poseen menor capacidad de absorción de agua en comparación a los otros porcentajes, seguido del agregado de 5% de residuos plásticos con un porcentaje de absorción media y el último con 3% tiene un mayor porcentaje de absorción.



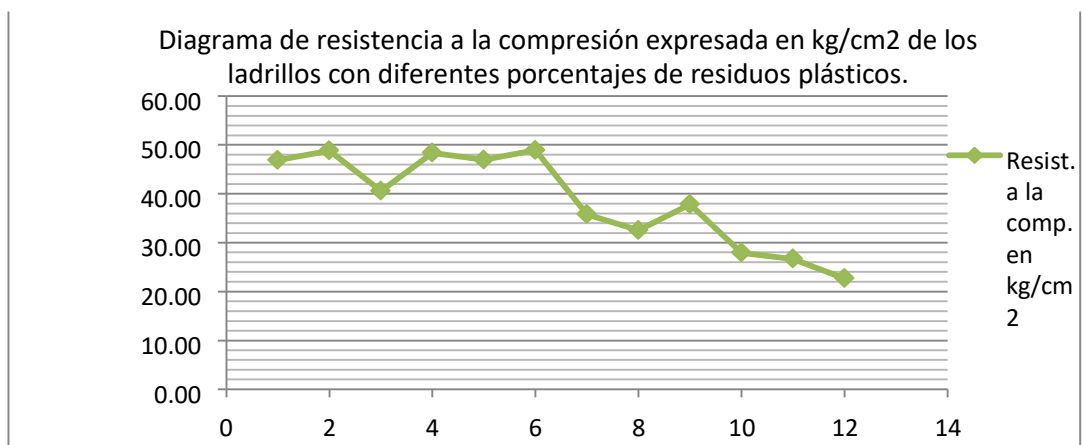
3.3 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

A continuación, se presentan las unidades de albañilería que muestran los valores del ensayo de resistencia a la compresión por unidad del ladrillo fabricado con residuos plásticos y material agregado. En una muestra de un total de 12 ladrillos, se trabajó con tres ladrillos como patrón sin ningún porcentaje de residuos plásticos, y del mismo modo se obtuvo tres porcentajes con plástico, tres ladrillos con el 3%, otros tres con el 5% y los últimos tres con el 7% de residuos plásticos.

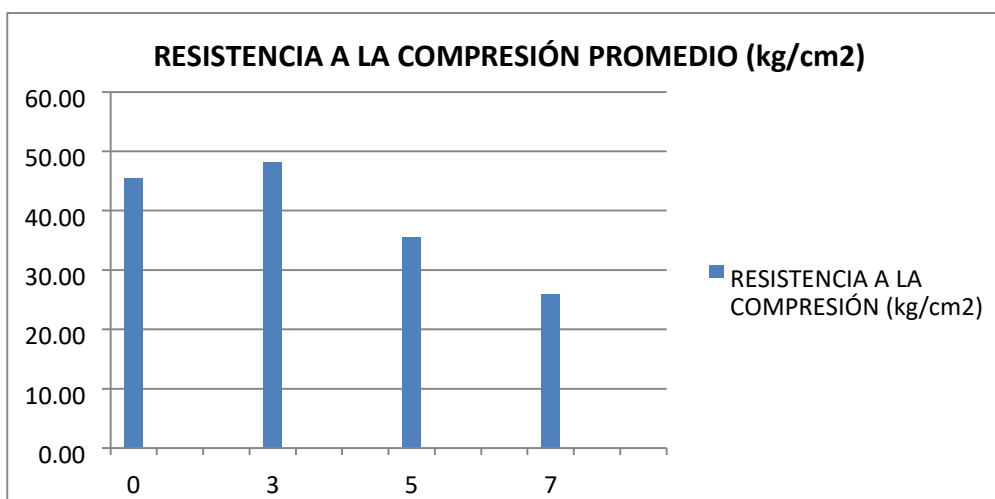
Se determinó la resistencia a la compresión de estas unidades y se obtuvo los siguientes datos:

	ÁREA		RESISTENCIA A		% PLÁSTICO
	MUESTRAS	BRUTA CARGA	LA COMPRESIÓN	PROMEDIO	
	PROM.		(kg/cm ²)		
M-1	320.76	15044	46.90		
M-2	327.60	15997	48.83	45.45	0
M-3	320.53	13022	40.63		
M-1	310.70	15034	48.39		
M-2	310.89	14603	46.97	48.10	3
M-3	317.02	15519	48.95		
M-1	316.80	11340	35.80		
M-2	308.31	10044	32.58	35.42	5
M-3	315.71	11957	37.87		
M-1	317.02	8861	27.95		
M-2	305.73	8162	26.70	25.79	7
M-3	315.48	7171	22.73		

Del mismo modo se tiene el diagrama de resistencia a la compresión expresada en kilogramos por centímetro cuadrado, que muestra la variación de la resistencia de las muestras adicionales con un porcentaje de plástico mayor a los anteriores. En primer lugar, se presenta que los ladrillos con 3,5 y 7% de plástico no sobrepasan el límite de resistencia obligatoria para ladrillos de Tipo I que es de 50 kg/cm², entonces quiere decir que ningún porcentaje cumple con las especificaciones para ese tipo de ladrillo, según la NTE.070 de Albañilería.



En el siguiente gráfico se muestra la resistencia a la compresión de las unidades de muestra en promedio de los porcentajes de 0, 3, 5 y 7% de residuos plásticos expresada en kilogramos por centímetro cuadrado, donde se observa que a medida que se va agregando más porcentaje de residuos plásticos a la mezcla, se va disminuyendo la resistencia de los ladrillos.



Con la intención de demostrar cuantos residuos plásticos se estarían reciclando al utilizarlos como material agregado para fabricar ladrillos se obtuvo lo siguiente en un aproximado de hasta un millar de ladrillos se puede reciclar un total de 150 kilogramos de plástico.

	EN %	EN 1 GRAMOS CANTIDAD	EN 10 LADRILLO LADRILLO DIEZ	EN 100 LADRILLO LADRILLO CIENTO	EN 1000 LADRILLOS LADRILLOS MILLAR
3%	150	150	1500	15000	150000
5%	250	250	2500	25000	250000
7%	350	350	3500	35000	350000
Cantidad de residuos plásticos que se estaría reciclando (kg)					
3%		0.15 kg.	1.5 kg	15 kg	150 kg
5%		0.25 kg.	2.5 kg	25 kg	250 kg
7%		0.35 kg.	3.5 kg	35 kg	350 kg

IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos nos muestran una mediana variabilidad en las dimensiones propuestas y esto, según la mayoría de autores en los antecedentes, afirman, que las dimensiones dependen del molde con el que se fabrica el ladrillo, por ejemplo, en la mayoría de los ladrillos fabricados con otro tipo de plástico se utilizaron moldes metálicos o en otros casos moldes con prensado hidráulico que brindaron a la unidad una dimensión casi óptima, lo cual no sucedió con nuestros ladrillos ya que debido al corto presupuesto solo se pudo armar a manera de prueba un molde con pedazos de madera sin base ni agarradera, lo cual dificultó y modificó de alguna manera el acabado de las unidades de albañilería fabricadas para el proyecto. Lo ideal sería que las unidades sean totalmente planas en sus superficies y esto se logra empleando en la fabricación, moldes de metal que logren distribuir completamente la mezcla y de alguna manera se compacte para que no quede ningún vacío ni retenga aire. Como menciona PEREZ, 2017, en referencia al tiempo de curado, se necesitó un mínimo de tres días para sumergir totalmente las unidades en una poza con agua, en donde se dejaron reposar para que puedan desarrollar sus propiedades de resistencia, la autora menciona también que es conveniente realizar los ensayos de laboratorio, luego de que el ladrillo cumpla los 28 días de edad.

En cuanto a la resistencia a la compresión, los resultados obtenidos no cumplieron con las especificaciones técnicas para considerarse como ladrillos de tipo I y esto se debe a diversos factores, los cuales influyen desde el momento de la fabricación hasta la llegada de las unidades al laboratorio. En cuanto a la selección de los materiales, es indispensable realizar un estudio previo a cada material para obtener cantidades y dosis exactas para la mezcla, también es muy indispensable para este tipo de unidades de albañilería utilizar maquinaria y equipos especializados para obtener los materiales de mejor calidad, por ejemplo, hubiera sido ideal poder triturar o moler el plástico que se utilizó en los ladrillos para brindarle otra consistencia a la mezcla, sin embargo por falta de presupuesto, solo se pudo cortar el material de manera manual en fragmentos más pequeños.

En cuanto al molde donde se vació la mezcla, se utilizó uno de madera fabricado artesanalmente, este se fue deformando debido a la constante manipulación para fabricar los ladrillos y esto modificó de manera significativa las dimensiones de la unidad. Lo ideal para estos casos es utilizar moldes de metal o una máquina especializada que preme los ladrillos para brindarles las dimensiones óptimas según las normas.

En cuanto a los resultados obtenidos en las 12 muestras adicionales, los porcentajes de 3, 5 y 7% de residuos plásticos obtuvieron resistencia a la compresión de 48.10, 35.42 y 25.79 respectivamente, es por ello que se concluye que los valores en promedio se encuentran entre los 20 kg/cm² y menor de 50 kg/cm², esta cantidad indica que a pesar de no cumplir con los valores obligatorios para ladrillo tipo I, que es de 50 kilogramos sobre centímetros cuadrados, cumple con los valores para considerarse un bloque para muros no portantes que considera una resistencia desde los 20 kg/cm² (VER TABLA N°2 AL FINAL), estas son estructuras que no necesiten soportar grandes cargas, es por ella que pueden utilizarse para dividir espacios o ambientes dentro de una edificación.

V. CONCLUSIONES

- 1) Tomando en cuenta el objetivo general, se contrasta que los ladrillos fabricados con residuos plásticos al 3, 5 y 7% de residuos plásticos se encuentran por debajo del total mínimo exigido en las normas para ser considerado un ladrillo tipo I, considerando la propiedad más importante que es la resistencia a la compresión, y esta no alcanzó el valor mínimo requerido para entrar en la clasificación, sin embargo los valores que arrojó la investigación según las normas técnicas, estas unidades de albañilería pueden clasificar según el Anexo N°2 como bloque NP para muros no portantes, debido a que su resistencia se encuentra por encima de los 20 kg/cm², es por ello que estos ladrillos se pueden usar para separaciones o divisiones, además de ser muy ligeros en cuanto a peso en comparación a los otros ladrillos convencionales, además de poseer un bajo porcentaje de absorción.
- 2) Se fabricaron un total de doce ladrillos macizos de concreto sin perforaciones en tres porcentajes diferentes de residuos plásticos del tipo polipropileno en forma de picadillo al 3, 5 y 7 %, con dimensiones propuestas de 23 de largo por 13 de ancho por 9 de altura. Los que tienen 3 % de residuos plásticos poseen un peso promedio de 5.52 kilogramos y en cuanto a sus dimensiones promedio tienen de largo 24.1 centímetros, de ancho 9.0 centímetros y de largo 13.0 centímetros. Los que tienen 5 % de residuos plásticos poseen un peso promedio de 4.94 kilogramos y en cuanto a sus dimensiones promedio tienen de largo 24.1 centímetros, de ancho 9.1 centímetros y de largo 13.0 centímetros. Y por último los ladrillos que tienen 7 % de residuos plásticos poseen un peso promedio de 4.39 kilogramos y en cuanto a sus dimensiones promedio tienen de largo 24.0 centímetros, de ancho 9.1 centímetros y de largo 13.1 centímetros.

3) Se determinó que los ladrillos de concreto con residuos plásticos al 3% poseen las siguientes propiedades físicas: en cuanto al porcentaje de variación dimensional arroja que para el largo tiene un 0.28% de variación, para el ancho tiene 0.37% de variación en las dimensiones y en cuanto a la altura tiene 0% de variación, en cuanto al porcentaje de absorción este tiene 10.92 %; y en lo respectivo a la propiedad mecánica, el ladrillo tiene una resistencia a la compresión característica de 48.10 kg/cm². Se determinó que los ladrillos de concreto con residuos plásticos al 5% poseen las siguientes propiedades físicas: en cuanto al porcentaje de variación dimensional arroja que para el largo tiene un 0% de variación, para el ancho tiene 1.11% de variación en las dimensiones y en cuanto a la altura tiene -0.51% de variación; un resultado del 0.48% y en cuando al porcentaje de absorción este tiene 9.41%; y en lo respectivo a la propiedad mecánica, el ladrillo tiene una resistencia a la compresión característica de 35.42 kg/cm². Se determinó que los ladrillos de concreto con residuos plásticos al 7% poseen las siguientes propiedades físicas: en cuanto al porcentaje de variación dimensional arroja que para el largo tiene un 0.28% de variación, para el ancho tiene -1.11% de variación en las dimensiones y en cuanto a la altura tiene -0.51% de variación y en cuando al porcentaje de absorción este tiene 7.97%; y en lo respectivo a la propiedad mecánica, el ladrillo tiene una resistencia a la compresión característica de 25.79 kg/cm².

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas granulométricas a los agregados para obtener una mejor proporción de la mezcla y obtener una mejor resistencia.
- Procesar los residuos plásticos de bolsas y envolturas de polipropileno de manera mecánica en molinos o picadoras de plástico para minimizar su volumen y hacer del material más trabajable; de esta manera se podría adherir mejor a los otros agregados para la fabricación de ladrillos, incluso con menos volumen, este residuo se podría agregar en mayor porcentaje en las mezclas para unidades de concreto.
- En base a las propiedades del polipropileno se recomienda, probar porcentajes más altos del material luego de haberlo procesado, con una mezcla de puro cemento para determinar su resistencia en los tiempos mínimos indicados.
- Realizar ensayos a los ladrillos con residuos plásticos y material agregado a los 7, 14 y 28 días con el fin de obtener mejores resultados en cuanto a la propiedad que se considera primordial, que en este caso es la resistencia.
- Utilizar moldes metálicos que presen o compacten la mezcla, ya que estos ofrecen menos probabilidades de variación en cuanto las dimensiones y el alabeo.
- Luego de realizar el proceso de curado, lo ideal es dejar reposar las unidades hasta los 28 días, que es el tiempo necesario según otros autores, para que el cemento active todas sus propiedades y adquiera mayor resistencia.
- Realizar una proyección de costos para determinar si la fabricación de los ladrillos con residuos plásticos es viable dentro del mercado.

VII. REFERENCIAS

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHICLAYO. Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque 2012. Perú, 2012. 116 pp.

REINOSO, Erika, VERGARA, Luis, RONQUILLO, David y HERNÁNDEZ, Ángel. Elaboración de ladrillos ecológicos a base de polietileno. Revista Ciencias de la Ingeniería y aplicadas. Vol.1, núm. (1). 30-34 pp. Mayo, 2017. ISSN: 2602-8255

DI MARCO, Raúl y LEÓN, Hugo. Ladrillos con adición de PET. Una solución amigable para núcleos rurales del municipio del Socorro. Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables. Colombia: Universidad de Santander, 2017, 42 pp.

CABALLERO, Brayan y FLOREZ, Orlando. Elaboración de bloques de cemento reutilizando el plástico Polietilen-tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción. Tesis de grado (Ingeniero Civil). Colombia: Universidad de Cartagena 2016, 87 pp.

ZAVALA, Guillermo. Diseño y desarrollo experimental de materiales de construcción utilizando plástico reciclado. 1° ed. San Salvador: ITCA Editores, 2015. 53 pp. ISBN: 978-99961-50-23-4

VALLE, Carlos. Utilización de botellas plásticas tipo PET como unidad estructural para mampostería liviana. Tesis de grado (Ingeniero en Biotecnología Ambiental). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2013. 143 pp.

GAGGINO, Rosana. Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para el autoconstrucción, Santiago de Chile. *Revista INVI*. vol.23, núm. (63): pp. 137-163, agosto, 2008. ISSN: 0718-1299.

MOLINA, Schirley, VIZCAINO, Adriana y RAMÍREZ, Freddy. Estudio de las características Físico – Mecánicas de ladrillos elaborados con plástico reciclado en el Municipio de Acacias (META). Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Colombia: Universidad de la Salle, 2007, 156 p.p.

ARRASCUE, Einer y CANO, Marx. Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la fabricación de ladrillos vibrocompactado de cemento. Tesis de grado (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Nacional de Santa 2017, 205 pp.

ECHEVERRÍA, Evelyn. Ladrillos de concreto con plásticos PET reciclado. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017. 173 pp.

GONZALES, Roberto. Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de concreto con la incorporación de PET en diferentes porcentajes. Tesis de grado (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Privada del Norte Filial Cajamarca, 2016. 313 pp.

ASTOPILCO, Alexander. Comparación de las propiedades físico - mecánicas de unidades de ladrillos de concreto y otros elaborados con residuos plásticos de PVC, Cajamarca, 2015. Tesis de grado (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Privada del Norte 2015, 99 pp.

TAPIA, Carlos. Evaluación de las características físicas-mecánicas de la albañilería producida artesanalmente en los centros poblados de Manzanamayo y San José del distrito de Baños del Inca – Cajamarca. Tesis de grado (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Cajamarca, 2015, 148 pp.

PAZ, Erwin. Análisis de la determinación de las propiedades físico y mecánicas de ladrillos elaborados con plástico reciclado. Tesis de grado (Ingeniero de Materiales). Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2014,59 pp.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO y SENCICO. Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificaciones E.070 Albañilería. Lima, Perú. 2006.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN – INACAL. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.601. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de concreto. Requisitos. Lima, 2015. 16 pp.

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales INDECOPI. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.604. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. Lima, 2002. 20 pp.

Comida envasada: Los diferentes tipos de plástico para empaquetar. PROEXPANSIÓN: Lima, Perú, 8 de agosto de 2015. [Fecha de consulta: 05 de Julio de 2018]. Disponible en: <http://proexpansion.com/en/articles/443comida-ensvasada-los-diferentes-tipos-de-plastico-para-empaquetar>

Qué es el polipropileno y usos del Polipropileno (Sin fecha) En PETROQUIM. Tecnología y servicio en Polipropileno. Recuperado el 2 de abril del 2018 del siguiente enlace: <http://www.petroquim.cl/que-es-elpolipropileno/> y <http://www.petroquim.cl/usos-del-polipropileno/>

Polipropileno usos y características (2018). En Canal Construcción. Recuperado el 15 de junio del 2018 del siguiente enlace: <http://canalconstruccion.com/polipropileno-usos-y-caracteristicas.html>

CHING, Francis y ADAMS, Cassandra. Guía de la construcción ilustrada. México: Limusa Wiley, 2013. 456 pp. ISBN: 978-968-18-6292-3.

PÉREZ, Thalila. Comportamiento físico-mecánico del ladrillo de concreto Tipo IV. Trabajo de grado (Ingeniero Agrícola). Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016. 158 pp.

Distrito de Chiclayo (Sin fecha) En Wikipedia, la enciclopedia libre. Recuperado el 2 de abril del 2018 del siguiente enlace: https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Chiclayo.

ANEXOS

ANEXO N° 1: ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL SEGÚN LA NORMA TÉCNICA PERUANA N° 399.604

OBJETIVO

Determinar la variación dimensional de los ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado en base a la normatividad peruana competente.

MATERIALES

- 3 unidades de ladrillos fabricados con residuos plásticos al 0%
- 3 unidades de ladrillos fabricados con residuos plásticos al 3%.
- 3 unidades de ladrillos fabricados con residuos plásticos al 5%.
- 3 unidades de ladrillos fabricados con residuos plásticos al 7%.
- Regla metálica de 30 centímetros con precisión de 0.01 milímetros.

PRODECIMIENTO

Se realizaron un total de cuatro tomas de medidas de largo, cuatro de ancho y cuadro de alto para cada ladrillo de muestra con el 0, 3, 5 y 7 % de residuos plásticos, con una regla metálica con precisión de 0.01 milímetros, los datos obtenidos se describieron en milímetros (mm).

RESULTADOS

Se logra obtener la medida promedio de todas las dimensiones para cada ladrillo fabricado con plástico previamente codificado. La diferencia entre la dimensión especificada por el fabricante y la medida promedio, entre la medida especificada, todo multiplicado por cien, se utiliza para obtener el valor expresado en porcentaje respecto al porcentaje de variación, haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$\text{VARIACIÓN \%} = \frac{\text{ME} - \text{MP}}{\text{ME}} \times 100$$

DONDE:

VARIACIÓN %, es la variación de la dimensión expresada en porcentaje (%).

ME, es la medida especificada por el fabricante expresado en milímetros (mm).

MP, es la medida promedio expresada en milímetros (mm).

Las dimensiones que presentan los ladrillos con diferentes porcentajes de plástico fueron analizadas en el programa estadístico Microsoft Excel 2010.

ANEXO N° 1: ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL SEGÚN LA NORMA TÉCNICA PERUANA N° 399.604									
% Residuos Plásticos	Largo	Ancho	Alto	Prom.	Prom.	Prom.	Variación (%)		
	(mm)	(mm)	(mm)	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
0 %	246.0	132.0	86.0	243.0	132.0	87.0	-1.3	-1.5	3.3
	242.0	128.0	85.0						
	241.0	135.0	88.0						
	243.0	133.0	89.0						
0 %	250.0	132.0	83.0	252.0	130.0	83.0	-5.0	0.0	7.8
	249.0	128.0	84.0						
	257.0	129.0	82.0						
	252.0	131.0	83.0						
0 %	243.0	132.0	81.0	241.0	133.0	85.0	-0.4	-2.3	-1.1
	240.0	134.0	82.0						
	241.0	131.0	90.0						
	240.0	135.0	87.0						
3 %	236.0	130.0	93.0	239.0	130.0	91.0	0.4	0.0	-1.1
	239.0	130.0	91.0						
	240.0	129.0	92.0						
	241.0	131.0	88.0						
3 %	240.0	130.0	89.0	241.0	129.0	87.0	-0.4	0.8	3.3
	242.0	129.0	90.0						
	240.0	129.0	85.0						
	242.0	128.0	84.0						
3 %	241.0	129.0	93.0	242.0	131.0	93.0	-0.8	-0.8	-3.3
	240.0	130.0	93.0						
	245.0	133.0	95.0						

	242.0	132.0	91.0						
5 %.	239.0	131.0	91.0	240.0	132.0	91.0	0.0	-1.5	-1.1
	237.0	134.0	94.0						
	241.0	130.0	90.0						
	243.0	133.0	89.0						
5 %.	240.0	128.0	85.0	239.0	129.0	87.0	0.4	0.8	3.3
	241.0	130.0	90.0						
	239.0	127.0	86.0						
	236.0	131.0	87.0						
5 %.	242.0	127.0	88.0	241.0	131.0	89.0	-0.4	-0.8	1.1
	239.0	132.0	87.0						
	242.0	135.0	91.0						
	241.0	130.0	90.0						
7%.	239.0	132.0	87.0	242.0	131.0	89.0	-0.8	1.3	1.7
	244.0	129.0	90.0						
	243.0	128.0	90.0						
	242.0	135.0	89.0						
7 %.	236.0	129.0	93.0	237.0	129.0	93.0	1.3	0.8	-3.3
	235.0	130.0	94.0						
	241.0	129.0	90.0						
	236.0	128.0	95.0						
7 %.	239.0	132.0	93.0	239.0	132.0	91.0	0.4	-1.5	-1.1
	240.0	133.0	93.0						
	239.0	128.0	91.0						
	238.0	135.0	87.0						

ANEXO N°2: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO SEGÚN LA NORMA TÉCNICA PERUANA N°399.604

OBJETIVO

Determinar el porcentaje de absorción de agua que poseen los ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado, luego de transcurrir las 24 horas de inmersión en agua.

MATERIALES

- 3 unidades de ladrillos fabricados con residuos plásticos al 0%
- 3 unidades de ladrillos fabricados con residuos plásticos al 3%.
- 3 unidades de ladrillos fabricados con residuos plásticos al 5%.
- 3 unidades de ladrillos fabricados con residuos plásticos al 7%.
- Horno de secado
- Balanza de aproximación de 0.5 gramos.

PROCEDIMIENTO

Primero se sumerge totalmente la unidad de albañilería en agua potable por un aproximado de 24 horas a una temperatura entre los 15 a 30 °C.

Luego de haber cumplido con el tiempo recomendado, se retira el ladrillo del agua y se seca con un trapo humedecido, antes de los cinco minutos.

Después de esto, se continúa pesando en la balanza con aproximación de 0.5 gramos.

Seguidamente se coloca el material en el horno de secado a 110°C por un total de 14 horas.

Por último, se procede a sacar el material del horno para su respectivo pesado en la balanza de precisión.

RESULTADOS

Se utiliza la siguiente fórmula para expresar los resultados:

$$\text{Absorción \%} = \frac{\text{Peso saturado} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

DONDE: Absorción %, representa el porcentaje de absorción de la unidad de albañilería.

**ANEXO N° 2: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL LADRILLOS SEGÚN NTP
N°399.604**

% DE RESIDUOS PLÁSTICOS	CÓDIGO	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO (gr)	ABSORCIÓN (%)
0 % DE PLÁSTICO	M-1	5642.6	6273.9	11.19
	M-2	5787.4	6485.7	12.07
	M-3	5746.1	6445.7	12.18
	PROMEDIO	5725.4	6401.8	11.81
3 % DE PLÁSTICO	M-1	5236.7	5813.4	11.01
	M-2	5746.1	6351.8	10.54
	M-3	5589.6	6215.3	11.19
	PROMEDIO	5524.1	6126.8	10.92
5 % DE PLÁSTICO	M-1	5198.5	5692.4	9.50
	M-2	4984.5	5447.2	9.28
	M-3	4631.0	5068.3	9.44
	PROMEDIO	4938.0	5402.6	9.41
7 % DE PLÁSTICO	M-1	4667.9	5043.4	8.05
	M-2	4431.3	4784.4	7.97
	M-3	4076.3	4397.5	7.88
	PROMEDIO	4391.9	4741.8	7.97

ANEXO N°3: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD OBJETIVO

Determinar la resistencia a la fuerza de compresión de los ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado según la NTP 399.604.

MATERIALES

- 3 unidades de ladrillos fabricados con residuos plásticos al 0%, 3 unidades al 3%, 3 unidades al 5% y 3 unidades de ladrillos al 7%.
- Máquina para ensayo de compresión.

PROCEDIMIENTO

Se utilizaron un total de doce ladrillos con plástico que se encuentren secos y limpios, se colocan sobre la placa y se aplica la carga hasta la mitad de la máxima carga esperada a una velocidad adecuada. Seguido de esto se ajusta los controles para aplicar la carga a una velocidad uniforme por no menos de un minuto ni más de dos respectivamente. Por último, se registra la carga máxima de rotura de cada unidad de albañilería.

RESULTADOS

Mediante la siguiente fórmula se determina la resistencia a la compresión de una unidad de albañilería:

$$f_b = \frac{P_m}{A_b}$$

Donde se tiene que: f_b , es la resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm^2)

P_m , es la carga máxima de rotura (kg)

A_b , es el área bruta de la unidad de albañilería (cm^2)

Por otro lado tenemos la resistencia a la compresión característica (f'_b) que se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$f'_b = f_{b \text{ promedio}} - \sigma$$

Donde se tiene que:

f'_b , es la resistencia característica a la compresión del ladrillo (kg/cm^2)

$f_{b \text{ promedio}}$, resistencia promedio a la compresión del ladrillo (kg/cm^2) σ ,

es la desviación estándar.

ANEXO N°3: ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD

% DE RESIDUOS PLÁSTICOS	CÓDIGO	LARGO ANCHO ALTO (cm) (cm) (cm)			ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA
							A (fb kg/cm ²)
0 % DE PLÁSTICO	M-1	24.3	13.2	8.7	320.76	15044	46.90
	M-2	25.2	13.0	8.3	327.60	15997	48.83
	M-3	24.1	13.3	8.5	320.53	13022	40.63
	PROMEDIO DESVIACIÓN ESTÁNDAR						45.5
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA f'b (kg/cm ²)							
3 % DE PLÁSTICO	M-1	23.9	13.0	9.1	310.07	15034	48.39
	M-2	24.1	12.9	8.7	310.89	14603	46.97
	M-3	24.2	13.1	9.3	317.02	15519	48.95
	PROMEDIO DESVIACIÓN ESTÁNDAR						48.10
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA f'b (kg/cm ²)							
5 % DE PLÁSTICO	M-1	24.0	13.2	9.1	316.8	11340	35.80
	M-2	23.9	12.9	8.7	308.31	10044	32.58
	M-3	24.1	13.1	8.9	315.71	11957	37.87
	PROMEDIO DESVIACIÓN ESTÁNDAR						35.42
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA f'b (kg/cm ²)							
7 % DE PLÁSTICO	M-1	24.2	13.1	8.9	317.02	8861	27.95
	M-2	23.7	12.9	9.3	305.73	8162	26.7
	M-3	23.9	13.2	9.1	315.48	7171	22.73
	PROMEDIO DESVIACIÓN ESTÁNDAR						25.79
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA f'b (kg/cm ²)							

MATRÍZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
<p>¿Los ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado calificarán como Tipo I según la NTE-070 de albañilería?</p>	<ul style="list-style-type: none"> □ OBJETIVO GENERAL Contrastar que los ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado califican como Tipo I según la NTE.070 de Albañilería. □ OBJETIVOS ESPECÍFICOS Describir las características de los ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado. □ Determinar las propiedades físico mecánico de los ladrillos con residuos plásticos al 0, 3, 5 y 7%. 	<p>Hi: Los ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado califican como Tipo I según la NTE.070 de Albañilería.</p>	<p>Propiedades físico mecánico de ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado</p>	<p>Descriptiva</p>	<p>12 ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado.</p>	<p>Análisis documental (libros, tesis, revistar y manuales) Observación (identificar la realidad problemática de la zona de estudio)</p>	<p>Primero se realizó un análisis descriptivo que incluyo generación de cuadros y gráficos estadísticos, del mismo modo se utilizó cálculos e interpretación de medidas estadísticas como el promedio de datos. En segundo lugar, se realizó un análisis inferencial a través de intervalos de confianza.</p>

				DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS	
				Cuasi Experimental	<ul style="list-style-type: none"> • 3 ladrillos patrón fabricados sin ningún porcentaje de plástico (0%) • 3 ladrillos con 3% de residuos plásticos. • 3 ladrillos con 5% de residuos plásticos. • 3 ladrillos con 7% de residuos plásticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Notas de campo y registros anecdóticos. • Balanza de precisión y equipo Compresora • Formato para el ensayo de variación dimensional. • Formato para el ensayo de alabeo. • Formato para el ensayo de absorción de agua. • Formato para el ensayo de resistencia a la compresión. 	

FIGURAS

FIGURA N°1: Flujograma de producción de ladrillo con residuos plásticos y material agregado

SELECCIÓN DE MATERIALES

Para la mezcla se necesitó agregado fino (arena), cemento portland como aglomerante, agua potable, y residuos plásticos como bolsas y envolturas de plástico polipropileno.

EQUIPOS

Se utilizó un molde de madera para tres unidades de ladrillo con dimensiones de 24 x 13 x 9 centímetros.

MEZCLA

Se mezcló primero los materiales secos (cemento, arena y picadillo de residuos plásticos) en los diferentes porcentajes asignados y poco a poco se agregó el agua hasta obtener una consistencia pastosa y manejable.

MOLDEADO Y FRAGUADO

Se agregó la mezcla dentro del molde previamente engrasado y poco a poco se fue golpeando suavemente para que la mezcla se acomode dentro del molde hasta que se observe una película de agua en la superficie del ladrillo. Luego se procedió a desmoldar sobre una superficie plana y se dejó secar todo un día al sol y aire libre.

CURADO

Después de haber transcurrido 24 horas, se procedió a sumergir las unidades de albañilería dentro de una poza con agua potable por un plazo de 3 días.

ALMACENADO

Finalmente, se retiraron del molde, los ladrillos, y se dejaron secar para almacenarlos.

MUESTREO Y CONTROL DE CALIDAD

Luego de todo el proceso de producción, se procedió a realizar los ensayos de las propiedades físico y mecánico en laboratorio.

FIGURA N° 2: Cemento Portland de 42.5 kg



FIGURA N° 3: Arena fina



FIGURA N° 4: Picadillo de residuos plásticos (bolsas y envolturas).



FIGURA N° 5: Molde de madera para tres unidades de ladrillos



FIGURA N° 6: Mezcla de cemento, arena y residuos plásticos



FIGURA N° 7: Ladrillos con residuos plásticos y material agregado



FIGURA N° 8: Fraguado de los ladrillos con residuos plásticos por 24 horas.



FIGURA N° 9: Curado de los ladrillos con residuos plásticos a 15°C.



FIGURA N° 10: Medición de las dimensiones del ladrillo con residuos plásticos



FIGURA N° 11: Pesado










FIGURA N° 12: Resistencia a la compresión de ladrillo con residuos plásticos y material agregado.



TABLAS

TABLA N°1: Códigos de identificación para el reciclaje de los plásticos.

NÚM. DE IDENT.	RESINA	CÓDIGO	CARACTERÍSTICAS
1	Poliétileno Tereftalato	 PET	Se produce a partir del Ácido tereftalático y Etilenglicol, por poli condensación. Existen dos tipos: para grado textil y para grado botella.
2	Poliétileno de Alta Densidad	 PE-AD	Es un termoplástico fabricado a partir del etileno (elaborado a partir del etano, uno de los componentes principales del gas natural).
3	Policloruro de Vinilo	 PVC	Se produce a partir de dos materias primas naturales, el 43% de gas y el 57% de sal común (Cloruro de Sodio). Para su proceso es necesario fabricar compuestos con aditivos especiales, para poder obtener variedad de productos de propiedades variadas y un sinfín de aplicaciones.
4	Poliétileno de Baja Densidad	 PE-BD	Se produce a partir del gas natural, al igual que el polietileno de alta densidad, es muy versátil, transparente, tenaz y flexible. Esto hace que esté presente en gran variedad de envases, solo o en conjunto con otros materiales y en varias aplicaciones.
5	Polipropileno	 PP	Es un termoplástico que se obtiene de la polimerización del propileno. Los copolímeros se forman agregando etileno durante el proceso, Este material es un plástico rígido de alta cristalinidad y elevado punto de fusión, con una excelente resistencia química y de muy baja densidad.
6	Poliestireno	 PS	El poliestireno cristal es un polímero de estireno monómero derivado del petróleo, cristalino y de alto brillo. El poliestireno de alto impacto posee inclusiones de polibutadieno que le confiere alta resistencia al impacto. Ambos PS son fáciles de moldear..
7	Otros	 07	Todos aquellos que faltaron mencionar

Fuente: SPI - The plastics Industry Trade Association. USA.

TABLA N°2: Tabla de clases de unidades de albañilería para fines estructurales.

TABLA N°2: CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA
PARA FINES ESTRUCTURALES

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I (*)	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II (**)	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III (***)	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV (****)	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V (*****)	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(*) Ladrillo I, posee una resistencia y durabilidad muy baja, sirve para construcciones con exigencias mínimas.

(**) Ladrillo II, posee una resistencia y durabilidad baja, sirve para construcciones con exigencias moderadas.

(***) Ladrillo III, posee una resistencia y durabilidad media, sirve para construcciones de albañilería en general.

(****) Ladrillo IV, posee una resistencia y durabilidad alta, sirve para construcciones en condiciones rigurosas de servicio.

(*****) Ladrillo V, posee una resistencia y durabilidad muy alta y sirve para construcciones de servicio particularmente rigurosas.

Bloque P ⁽¹⁾ Bloque usado en la construcción de muros portantes.

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

FUENTE: Normas Legales. Norma E.070. Albañilería. (2006) Diario El Peruano 297 p.

TABLA N°3: Propiedades del Plástico Polipropileno (PP) TIPO 5

PROPIEDADES DEL PLÁSTICO POLIPROPILENO (PP)			
PRUEBAS	PROPIEDADES	UNIDADES	VALOR
FÍSICAS	Densidad	g/cm ³	0.91
	Calor específico	Cal/C*g	0.46
	Absorción de agua	%	0.03
	Resistencia a la tracción	MPa	35
	Estiramiento en la ruptura	%	01/10/20
MECÁNICAS	Módulo de elasticidad de tracción	MPa	1300
	Módulo de elasticidad de flexión	MPa	1300
	Resistencia al impacto IZOD	J/m	55
	Punto de fusión	°C	160
TÉRMICAS	Conducción térmica	W/m.K	0.22
	Temperatura de uso continuo	°C	90 a 100
	Resistencia a ácidos débiles	EXCELENTE	
QUÍMICA	Resistencia a solventes orgánicos	T° > 80 °C	
	Resistencia a bases débiles	MUY BUENA	

FUENTE: Colpolimeros S.A.A.

TABLA N°4: Porcentaje de agregados en la mezcla para ladrillos

Ladrillo con residuos plásticos y material agregado		
Componentes	Cantidad (gr.)	%
Residuos plásticos	150	3
Cemento	1500	30
Arena Fina	3350	67
Agua	0.8lt.	
TOTAL		100
Ladrillo con residuos plásticos y material agregado		
Componentes	Cantidad (gr.)	%
Residuos plásticos	250	5
Cemento	1500	30
Arena Fina	3250	65
Agua	0.8 lt.	
TOTAL		100
Ladrillo con residuos plásticos y material agregado		
Componentes	Cantidad (gr.)	%
Residuos plásticos	350	7
Cemento	1500	30
Arena Fina	3150	63
Agua	0.8 lt.	
TOTAL		100



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS ESTANDAR

PROYECTO : TESIS : PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICO DE LADRILLOS FABRICADOS CON RESIDUOS PLÁSTICOS Y MATERIAL AGREGADO, CHICLAYO
 SOLICITANTE : RISCO RUIZ PIERINA ALEXANDRA
 RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ
 UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
 FECHA : JULIO DEL 2018

PROCEDENCIA : ELABORACION PROPIA - SOLICITANTE

N° DE ORDEN Y MARCA DEL LADRILLO		FECHA DE FABRI.	FECHA DEL ENSAYO	EDAD DEL LADRILLO EN DIAS	CARGA KG	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg/cm ²
Pulg.	DESCRIPCIÓN					
1	Ladrillo 0% residuos plásticos	18/07/2018	23/07/2018	5.00	15044.00	46.90
2	Ladrillo 0% residuos plásticos	18/07/2018	23/07/2018	5.00	15997.00	48.83
3	Ladrillo 0% residuos plásticos	18/07/2018	23/07/2018	5.00	13022.00	40.63

CARACTERÍSTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

MUESTRA	M1	M2	M3		
Largo	24.30	25.20	24.10		
Ancho	13.20	13.00	13.30		
Alto	8.70	8.30	8.50		
Área bruta promedio	320.76	327.60	320.53		
Área - 30% de vacíos	--	--	--	--	--

OBSERVACIONES:

- * El ensayo se realizó en presencia del solicitante
- * El laboratorio no ha intervenido en la selección de unidades muestrales, ni en la preparación de los mismos.
- * Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen descritos arriba, a la entrega de los especímenes, por ende es responsabilidad de este último la veracidad de ellos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS ESTANDAR

PROYECTO : TESIS : PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICO DE LADRILLOS FABRICADOS CON RESIDUOS PLÁSTICOS Y MATERIAL AGREGADO, CHICLAYO
 SOLICITANTE : RISCO RUIZ PIERINA ALEXANDRA
 RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ
 UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
 FECHA : JULIO DEL 2018

PROCEDENCIA : ELABORACION PROPIA - SOLICITANTE

N° DE ORDEN Y MARCA DEL LADRILLO		FECHA DE FABRI.	FECHA DEL ENSAYO	EDAD DEL LADRILLO EN DIAS	CARGA KG	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg/cm ²
Pulg.	DESCRIPCIÓN					
1	Ladrillo 3% residuos plásticos	18/07/2018	23/07/2018	5.00	15034.00	48.39
2	Ladrillo 3% residuos plásticos	18/07/2018	23/07/2018	5.00	14603.00	46.97
3	Ladrillo 3% residuos plásticos	18/07/2018	23/07/2018	5.00	15519.00	48.95

CARACTERÍSTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

MUESTRA	M1	M2	M3		
Largo	23.90	24.10	24.20		
Ancho	13.00	12.90	13.10		
Alto	9.10	8.70	9.30		
Area bruta promedio	310.70	310.89	317.02		
Area - 30% de vacios	--	--	--	--	--

OBSERVACIONES:

- El ensayo se realizó en presencia del solicitante
- El laboratorio no ha intervenido en la selección de unidades muestrales, ni en la preparación de los mismos.
- Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen descritos arriba, a la entrega de los especímenes, por ende es responsabilidad de éste último la veracidad de ellos

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS ESTANDAR

PROYECTO : TESIS - PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICO DE LADRILLOS FABRICADOS CON RESIDUOS PLÁSTICOS Y MATERIAL AGREGADO, CHICLAYO
 SOLICITANTE : RISCO RUIZ PIERINA ALEXANDRA
 RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
 UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
 FECHA : JULIO DEL 2018

PROCEDENCIA : ELABORACION PROPIA - SOLICITANTE

N° DE ORDEN Y MARCA DEL LADRILLO		FECHA DE FABRI.	FECHA DEL ENSAYO	EDAD DEL LADRILLO EN DIAS	CARGA KG	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg/cm ²
Pulg	DESCRIPCIÓN					
1	Ladrillo 5% residuos plásticos	18/07/2018	23/07/2018	5.00	11340.00	35.80
2	Ladrillo 5% residuos plásticos	18/07/2018	23/07/2018	5.00	10044.00	32.58
3	Ladrillo 5% residuos plásticos	18/07/2018	23/07/2018	5.00	11957.00	37.87

CARACTERÍSTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

MUESTRA	M1	M2	M3		
Largo	24.00	23.90	24.10		
Ancho	13.20	12.90	13.10		
Alto	9.10	8.70	8.90		
Area bruta promedio	318.80	308.31	315.71		
Area - 30% de vacíos	--	--	--	--	--

OBSERVACIONES:

- * El ensayo se realizó en presencia del solicitante
- * El laboratorio no ha intervenido en la selección de unidades muestrales, ni en la preparación de los muros.
- * Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen descritos arriba, a la entrega de los especímenes, por ende es responsabilidad de éste último la veracidad de ellos

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS ESTANDAR

PROYECTO : TESIS : PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICO DE LADRILLOS FABRICADOS CON RESIDUOS PLÁSTICOS Y MATERIAL AGREGADO, CHICLAYO
 SOLICITANTE : RISCO RUIZ PIERINA ALEXANDRA
 RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
 UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
 FECHA : JULIO DEL 2018

PROCEDENCIA : ELABORACION PROPIA - SOLICITANTE

N° DE ORDEN Y MARCA DEL LADRILLO		FECHA DE FABRI.	FECHA DEL ENSAYO	EDAD DEL LADRILLO EN DIAS	CARGA KG	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kgf/cm ²
Pulg.	DESCRIPCIÓN					
1	Ladrillo 7% residuos plásticos	18/07/2018	23/07/2018	5.00	8861.00	27.95
2	Ladrillo 7% residuos plásticos	18/07/2018	23/07/2018	5.00	8162.00	26.70
3	Ladrillo 7% residuos plásticos	18/07/2018	23/07/2018	5.00	7171.00	22.73

CARACTERÍSTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

MUESTRA	M1	M2	M3		
Largo	24.20	23.70	23.90		
Ancho	13.10	12.90	13.20		
Alto	8.90	9.30	9.10		
Area bruta promedio	317.02	305.73	315.48		
Area - 30% de vacíos	--	--	--	--	--

OBSERVACIONES:

- * El ensayo se realizó en presencia del solicitante
- * El laboratorio no ha intervenido en la selección de unidades muestrales, ni en la preparación de los muros.
- * Los datos del solicitante fueron declarados como aparecen descritos arriba, a la entrega de los especímenes, por ende es responsabilidad de éste último la veracidad de ellos

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



Yo, Herry Lloclla Gonzales
....., docente de la Facultad Ingeniería y Escuela
Profesional Ing. Ambiental de la Universidad César Vallejo Chiclayo, revisor (a)
de la tesis titulada

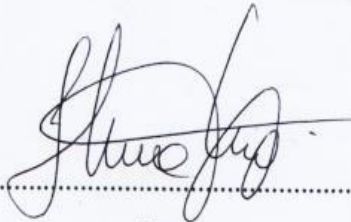
" Propiedades físico mecánica de ladrillos fabricados con
residuos plásticos y material agregado, Chiclayo"

del (de la) estudiante Risco Ruiz Pienna Alexandra.

....., constato que la investigación tiene un índice de
similitud de 16.% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las
coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis
cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la
Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha Chiclayo Julio 2018.



Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente

DNI: 16765432



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------	--------	---------------------------------



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

Código: F08-PP-PR-02.02
Versión: 09
Fecha: 25-07-18
Página: 1 de 1

Yo Pierina Alexandra Risco Ruiz, identificado con DNI N° 72703275, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Propiedades física mecánica de ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado Chichayo"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....


FIRMA

DNI: 72703275

FECHA: 13 de febrero del 2019.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------------------	--------	---------------------------------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E.P de Ingeniería Ambiental

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Pierina Alexandra Pasco Ruiz

INFORME TÍTULADO:

Propiedades físico mecánica de ladrillos fabricados

con residuos plásticos y material agregado, Chiclayo.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 22 Febrero 2019

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR UNANIMIDAD



[Firma]
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN