



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico  
 $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$  adicionando ladrillo reciclado y PET, Comas 2021”

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Alarcón Reátegui, Brandock Luigui (ORCID: 0000-0002-3440-3540)

**ASESOR:**

Mg. Villegas Martínez, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-49268556)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado primordialmente a Dios, a mi abuelita Mirsa Ríos García que siempre estuvo apoyándome incondicionalmente en todo lo necesario; a mi mamá y papá que estuvo conmigo dedicándome su apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, a Dios por siempre brindándome salud y al mismo tiempo fortaleza para afrontar los obstáculos; a mis padres que siempre me brindan su apoyo incondicional; a Mg. Ing. Carlos Villegas por ser nuestro tutor de proyecto de investigación quien me ha guiado para terminar el proyecto.

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	12
III. METODOLOGIA.....	20
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	20
3.2. Variables y operacionalización.....	20
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	21
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5. Procedimientos.....	24
3.6. Métodos de Análisis de datos.....	31
3.7. Aspectos Éticos.....	31
IV. RESULTADOS.....	32
V. DISCUSIÓN.....	45
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII.RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIA.....	49
AXEXOS .....	57

## Índice de tablas

Tabla N°1. Clase de unidad de albañilería .....	18
Tabla N°2. Limitaciones en el uso de albañilería.....	18
Tabla N°3. Granulometría de la arena gruesa .....	19
Tabla N°4. métodos para determinar (f m) y (v'm).....	19
Tabla N°5. Incremento de (f m) y (v'm) por edad .....	19
Tabla N°6. Unidades de ensayos ladrillo ecológico.....	22
Tabla N°7. Requisitos de resistencia y absorción .....	22
Tabla N°8: Dosificación del ladrillo .....	29
Tabla N°9: Proporciones de diseño .....	33
Tabla N°10: Proporciones de obra .....	33
Tabla N°11: Cantidad de material de diseño por m <sup>3</sup> .....	33
Tabla N°12: Cantidad de material de diseño por m <sup>3</sup> en obra.....	34
Tabla N°13: Cantidad de material por bolsa de cemento en obra .....	34
Tabla N°14: Proporciones aproximadas en volumen.....	34
Tabla N°15: Granulometría del agregado fino .....	35
Tabla N°17: propiedades físicas del agregado fino .....	35
Tabla N°18: Granulometría agregado grueso (confitillo) .....	36
Tabla N°19: propiedades físicas del agregado grueso (confitillo).....	36
Tabla N°20: Granulometría Global .....	37
Tabla N°21: propiedades físicas global .....	37
Tabla N°22: Granulometría del PET .....	38
Tabla N°23: Granulometría del ladrillo triturado Rococho .....	39
Tabla N°24: Variación dimensional del ladrillo patrón .....	40
Tabla N°25: Absorción por diferentes tipos de ladrillos .....	40
Tabla N°26: Alabeo del ladrillo patrón .....	41
TablaN°27: Resistencia a compresión de 0%,10%,15%20% en 14 días .....	43
Tabla N°28: Resistencia a compresión de 0%,10%,15%20% en 21 día .....	42
Tabla N°29: Resistencia a compresión en pilas de0%,10%,15%20%.....	43

## Índice de figuras

Figura 01: Formula para contenido de humedad.....	24
Figura 02: Formula de peso específico.....	25
Figura 03: Formula de peso específico.....	26
Figura 04: Formula de peso unitario.....	27
Figura 05: Dimensionamiento del ladrillo ecológico.....	28
Figura 06: Formula de variación dimensional.....	29
Figura 07: Formula de absorción.....	30
Figura N°9. Mediciones para ensayo de alabeo.....	30
Figura N°08. Ensayo a compresión en pilas .....	31
Figura N°09: Ubicación satelital de la cantera “Rocochos Lima”.....	32
Figura N°10: Curva Granulometría del agregado fino.....	35
Figura N°11: Curva Granulometría del confitillo.....	36
Figura N°12: Curva Granulometría Global.....	37
Figura N°13: Curva Granulometría del PET.....	38
Figura N°14: Curva Granulometría del ladrillo triturado Rococho.....	39
Figura N°15: valor promedio de absorción de 0%,10%,15% y 20%.....	40
Figura N°16: Grafico de la resistencia a compresión en unidades de 0%,10%,15% y 20% en 14 días. ....	42
Figura N°17: Grafico de la resistencia a la compresión en unidades de 0%,10%,15% y 20% en 21 días.....	43
Figura N°18: Grafico de la resistencia a compresión de pilas de 0%,10%,15% y 20%.....	44

## RESUMEN

Este proyecto de investigación tenía como objetivo principal determinar los estudios de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico  $f'c= 140 \text{ kg/cm}^2$  adicionando ladrillo reciclado y PET, establecidas por la norma peruana E.070. Se determinó las proporciones de los agregados para la elaboración de la mezcla de concreto óptimo y poder realizar las unidades. Por lo cual se procede a agregar a la mezcla de concreto ladrillo reciclado ( Rococho) y plástico de fibra PET en distintos porcentajes de 0%,10%,15% y 20%, teniendo cuatro tipo diferentes de ladrillos, se realizó ensayos a los 14 y 21 días para poder determinar los estudios de las propiedades físicas y mecánicas de los diferentes porcentajes, para la resistencia a compresión en unidades a los 14 días de edad tenemos los diferentes resultados, para el 0% tenemos  $F'b=111.2 \text{ kg/cm}^2$  , 10% tenemos  $F'b= 96,5 \text{ kg/cm}^2$  , 15% tenemos  $F'b= 74,1 \text{ kg/cm}^2$  y 20% tenemos  $F'b= 64,5 \text{ kg/cm}^2$  y a los 21 días contamos con el 0% tenemos  $F'b=143,7 \text{ kg/cm}^2$  , 10% tenemos  $F'b= 111,1 \text{ kg/cm}^2$  , 15% tenemos  $F'b= 101,9 \text{ kg/cm}^2$  y 20% tenemos  $F'b= 85,9 \text{ kg/cm}^2$  para los porcentajes 0%,10%,15% y 20% respectivamente. Para la resistencia axial a los 14 días se obtuvo los valores de  $F'm=61,1 \text{ kg/cm}^2$  ,  $F'm=47,8 \text{ kg/cm}^2$  ,  $F'm=43,8 \text{ kg/cm}^2$  y  $F'm=39,9 \text{ kg/cm}^2$  para los porcentajes 0%,10%,15% y 20% de ladrillo reciclado ( Rococho) y fibra de plástico PET respectivamente.

Por lo cual concluimos que las propiedades mecánicas de los ladrillos ecológicos adicionando ladrillo reciclado rococho y fibra PET no mejoran, teniendo una disminución máxima a la resistencia a compresión a los 21 días en unidades de  $32,6. \text{ kg/cm}^2$  o 23,4% respecto a la mezcla patrón y se clasifica como un ladrillo tipo III, para la resistencia axial a los 14 días tenemos una disminución máxima de  $13,3. \text{ kg/cm}^2$  o 21,8% respecto a la muestra patrón. Para las propiedades físicas los ladrillos si llega a cumplir en los distintos porcentajes 0%,10%,15% y 20% como indica la norma peruana E.070, clasificando como un ladrillo tipo V.

Palabra clave: Ladrillo reciclado (rococho), PET, resistencia a compresión en unidades y axial.

## ABSTRACT

The main objective of this research project was to determine the studies of the physical and mechanical properties of ecological brick  $f'c = 140 \text{ kg / cm}^2$  adding recycled brick and PET, established by the Peruvian standard E.070. The proportions of the aggregates were determined for the preparation of the optimal concrete mix and to be able to make the units. Therefore, it is proceeded to add recycled brick (Rococho) and PET fiber plastic to the concrete mixture in different percentages of 0%, 10%, 15% and 20%, having four different types of bricks, tests were carried out on the 14 and 21 days to be able to determine the studies of the physical and mechanical properties of the different percentages, for the compressive strength in units at 14 days of age we have the different results, for 0% we have  $F'b = 111.2 \text{ kg / cm}^2$ , 10% we have  $F'b = 96.5 \text{ kg / cm}^2$ , 15% we have  $F'b = 74.1 \text{ kg / cm}^2$  and 20% we have  $F'b = 64.5 \text{ kg / cm}^2$  and at 21 days we have the 0% we have  $F'b = 143.7 \text{ kg / cm}^2$ , 10% we have  $F'b = 111.1 \text{ kg / cm}^2$ , 15% we have  $F'b = 101.9 \text{ kg / cm}^2$  and 20% we have  $F'b = 85,9 \text{ kg / cm}^2$  for the percentages 0%, 10%, 15% and 20% respectively. For axial resistance at 14 days, the values of  $F'm = 61.1 \text{ kg / cm}^2$ ,  $F'm = 47.8 \text{ kg / cm}^2$ ,  $F'm = 43.8 \text{ kg / cm}^2$  and  $F'm = 39,9 \text{ kg / cm}^2$  for the percentages 0%, 10%, 15% and 20% of recycled brick (Rococho) and PET plastic fiber respectively.

Therefore, we conclude that the mechanical properties of ecological bricks by adding rococho recycled brick and PET fiber do not improve, having a maximum decrease in compressive strength at 21 days in units of  $32.6 \text{ kg / cm}^2$  or 23.4% with respect to the standard mixture and it is classified as a type III brick, for axial resistance at 14 days we have a maximum decrease of  $13.3 \text{ kg / cm}^2$  or 21.8% with respect to the standard sample. For the physical properties, the bricks do comply with the different percentages 0%, 10%, 15% and 20% as indicated by the Peruvian standard E.070, classifying as a type V brick.

Keywords: Recycled brick (rock), PET, compressive strength in units and axial.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los diversos métodos de estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos elaborados con fibra PET y ladrillo reciclado, en distintos países como: Ecuador, Bolivia entre otros; optaron por elegir los materiales infrecuentes por distintos factores de manejo lo cual fueron los materiales reciclados, motivos sociales, económicos y ambientales, donde se buscó estudiar sus propiedades físicas y mecánicas.

A nivel nacional tenemos que en estos últimos años hemos tenido ideas de métodos para mejorar y alivianar nuestro ladrillo mejor que lo común con numerosos materiales, y uno de esos materiales es el PET. Encontramos en distintos departamentos de nuestro Perú como Cajamarca, Piura, entre otros.

En Perú la contaminación es imparable, ya sea por falta de concientización de nosotros mismos o por parte de nuestras autoridades que no motivan. De manera que, se aplicó una reutilización de este material reciclado, para mejorar el ladrillo ya que alivianara su peso de un ladrillo normal

A nivel local tenemos que, en el distrito de Comas, está ubicado en el departamento de Lima, de acuerdo al censo del 2017 cuenta con 520 450 habitantes. Lo cual, debido a que este distrito es muy concurrido tiene una mayor contaminación que cada vez va aumentando en distintos sectores del distrito ocasionando malestar para los pobladores.

Debido a la contaminación y a la construcción precarias de dichas viviendas, se observó el mal estado de construcción en, esto a su vez hace que se genere caos ya que no es muy seguro para los pobladores del distrito, la contaminación en el distrito es otro factor que; por este motivo, se plantea el estudio de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico elaborado con ladrillo reciclado (rococho) y fibra PET.

Por lo cual, esta investigación se ha planteado como Problema General: ¿Cuáles serán los valores de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico  $f'c$  140 kg/cm<sup>2</sup> adicionando ladrillo reciclado y fibra PET? Y teniendo como los problemas específicos de esta investigación son:

¿Cumplirá con los parámetros, las propiedades mecánicas en unidades de ladrillo adicionando ladrillo reciclado y fibra PET en 0%,10%(9%-1%),15%(13%-2%),20%(17%-3%) según la norma E070?; ¿Qué beneficios tiene la incorporación de ladrillo reciclado y fibra PET en las propiedades mecánicas del muro de albañilería?

El proyecto de investigación cuenta con una justificación teórica, que es aprovechar las propiedades físicas y mecánicas del plástico PET, como también del ladrillo Rococho, para la elaboración de ladrillo de ecológico, dando así un desarrollo social, económico y ambiental.

La elaboración de esta investigación cuenta con una justificación metodológica que tiene como finalidad dar soluciones para la fabricación de nuevos ladrillos al adicionar ladrillo recocho (desperdicio) y fibra PET, para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas, que serán evaluados mediante los ensayos correspondientes como indica la norma peruana, a su vez reducir un impacto negativo en la contaminación.

El proyecto de investigación cuenta con justificación técnica que estará elaborado por la recaudación de referencias de los antecedentes y normas técnicas peruanas (norma E070, NTP 400,012, NTP 400,022, NTP 400,019, NTP 339,015), son los parámetros para la investigación con los formatos ya estandarizados, cual contaremos mendicantes ensayos.

El proyecto de investigación cuenta con una justificación social en lo que tiene que ver mucho el país y el mundo, que es la contaminación, cada día que pasa tiene un incremento y no se hace casi nada para poder solucionarlo, por ellos tenemos que motivar a las personas e identidades a reciclar para poder encontrar nuevos procesos y materiales para construcción.

El proyecto de investigación cuenta con una justificación ambiental lo cual el país tiene un gran problema con los plásticos PET y también la producción de ladrillo de arcilla que causa una gran contaminación con el dióxido de carbono. Los ladrillos ecológicos deben estar elaborados de acuerdo a la norma peruana, para que cumpla con los parámetros y poder minimizar un poco la contaminación y contribuir al desarrollo sostenible del país.

El proyecto plantea un Hipótesis General: Utilizando la elaboración de ladrillo reciclado y fibra PET se obtendrá un ladrillo ecológico que cumpla con la norma E070. Al mismo tiempo se plantea las hipótesis específicas de esta investigación son: Con la adición de ladrillo reciclado y plástico de fibra PET cumplen con las exigencias a las propiedades mecánicas en unidades para elaboración de un ladrillo ecológico; Con la adición de ladrillo reciclado y plástico de fibra PET cumplen con las exigencias a las propiedades mecánicas en pilas de albañilería.

Teniendo como Objetivo General: Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$  adicionado ladrillos reciclado y PET, comas 2021. Contando con los objetivos específicos de esta investigación son: Determinar las propiedades mecánicas en unidades de ladrillo ecológico adicionando ladrillo reciclado y fibra PET de 0%,10%(9%-1%),15%(13%-2%),20%(17%-3%); Determinar las propiedades mecánicas en pilas de albañilería, de ladrillo ecológico con la adición de ladrillo reciclado y fibra PET de 0%,10%(9%-1%),15%(13%-2%),20%(17%-3%).

## II.MARCO TEÓRICO

Llique, (2017), tienen como objetivo determinar las propiedades físico y mecánico de ladrillo de concreto con plástico PET reciclado que considera la norma técnica E.070-Albañilería, es de tipo aplicada y diseño experimental. Obteniendo resultados, que para la adición 3%, 6% y 9% tiene una resistencia de son  $f'b = 127.08 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'b = 118.80$  y  $f'b = 110.46 \text{ kg/cm}^2$ , lo cual presenta disminución de  $51.5 \text{ kg/cm}^2$  o 31.8%, para pilas de ladrillo de concreto tiene una resistencia a la compresión axial de  $f'm = 100.83 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'm = 79.79 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'm = 76.75 \text{ kg/cm}^2$  teniendo una disminución de  $51.8 \text{ kg/cm}^2$  o 40.3%, para los muretes de ladrillo de concreto tienen una características a corte de  $V'm = 12.83 \text{ kg/cm}^2$ ,  $V'm = 13.17 \text{ kg/cm}^2$  y  $V'm = 9.96 \text{ kg/cm}^2$ , proporcionando una disminución de  $6.51 \text{ kg/cm}^2$  o 39.5%, los ladrillos cuentan con una proporción 1:4.01 / 23 lt/bolsa de mortero con unas resistencia a compresión  $178.80 \text{ kg/cm}^2$ , que son muy parecidos a la resistencia de los ladrillos. Obteniendo una conclusión que el ladrillo en sus porcentajes de pet de 3%, 6% y 9%, tienen las mismas propiedades físicas como variación de dimensionamiento, porcentajes de ladrillo, contenido de humedad, que el ladrillo patrón, respecto a succión y absorción del ladrillo tiene más porosidad debido a las hojuelas de pet, para el peso unitario volumétrico disminuye un 14% comparado con el ladrillo patrón, entonces clasificamos al ladrillo de concreto más pet como unidad de albañilería Clase III y el ladrillo patrón de clase IV<sup>1</sup>.

Loayza,J-Mostacero,B.(2020), tienen como objetivo determinar la influencia de la adición del tereftalato de polietileno PET en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto en la ciudad de Trujillo- 2020, es de tipo aplica y diseño experimental. Obteniendo resultados para adición de 2.5%, 3.5% y 4.5% para el bloque de concreto con pet, cuenta con una variación de dimensionamiento de 0.97% de patrón y para 2.5% de PET fue de 1.03%,3.5 % de PET fue de 1.18%, 4.5 % de PET fue 1.70%, con una absorción patrón de 6.35% y para el porcentaje de PET de 5.79%, 5.12% y 4.90%, 6.35%, cuenta con una resistencia patrón de 157.88% y con los porcentajes tiene una resistencia de 137.81%, 105.11% y 83.47%. Obteniendo una conclusión que el bloque de concreto no superar el 12%

de absorción y les clasifica como tipo IV el bloque patrón y con los porcentajes Tipo III y Tipo II respectivamente<sup>2</sup>.

Montero-Salinas A. (2020), tienen como objetivo evaluar el efecto de la fibra de plástico pet en la resistencia a compresión y absorción del ladrillo de concreto, Trujillo, es el tipo de estudio explicativa y diseño experimental. Obteniendo resultados que el ladrillo de concreto en sus porcentajes de 0%,5%,10% y 15 % de pet cuenta con unos análisis granulométricos de los agregados de 2.45 módulo de fineza, 0.77% contenido de humedad, 1686.72 kg/m<sup>3</sup> peso unitario seco, 1789.16 kg/m<sup>3</sup> peso unitario compactado, 2.27% absorción, para la resistencia contamos con el patrón de 144.02 kg/cm<sup>2</sup> y con el 15% fibra de PET 168.38 kg/cm<sup>2</sup> que tiene mayor resistencia en todo los porcentajes, la absorción del ladrillo para el patrón es de 5.26% y para el 15% es de 3.20%. Obteniendo una conclusión que adicionando los porcentajes tienen una mayor resistencia, lo cual clasificamos como un ladrillo IV como indica la norma peruana E.070<sup>3</sup>.

Rojas-Rueda, (2019), tienen como objetivo analizar el comportamiento mecánico de los ladrillos usando material reciclado para su fabricación, es de tipo aplicativa y diseño experimental. Obteniendo resultados para los ladrillos con pet adicionando 10%,20% y 30%, determina que la mezcla de concreto que en 7 días adicionado 10% llega a disminuir 19.20%, 20% llega a disminuir 28.59% y con 30% llega a disminuir 29.59%, lo cual a los 28 la resistencia menor, la densidad al 10% es de 2,354 y 2,934. En conclusión, los ladrillo a mayor porcentaje se hacen más livianos y las resistencias disminuye<sup>4</sup>.

Gomes-Lasso-Guzman, (2019), teniendo como objetivo determinar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques fabricados con material polietileno-tereftalato (PET), para compararlas con las del bloque tradicional, mediante la norma NTE INEN 3066, es de tipo exploratoria y diseño experimental. Obteniendo resultados que los bloques de concreto a adicionando 40% y 60% de PET, tiene una densidad de 12 y 21% que se reduce en 14 % y 28% que al bloque patrón, las partículas para la granulometría es conformado desde 4.75 mm hasta partículas mínimas de 0.15 mm para la elaboración, para la resistencia a compresión tenemos a el bloque patrón es de 6.26 MPa, para 40% es de 5.25MPa y 60% es de 3.39 MPa, en conclusión, tenemos que para las propiedades físicas si cumple en los

porcentajes 40% y 60% con pet y clasificamos al bloque de concreto como clase B y clase C<sup>5</sup>.

Molina, S -Vizcaino,A - Ramirez, F.(2007), tiene como objetivo elaborar ladrillo de plástico reciclado con característica de resistencia optimas y bajo costo para el municipio de Acacias (Meta), es exploratoria y diseño experimental. Obteniendo resultado para el ladrillo de plástico con las proporciones 70% de PET y 30% de PEAD que cuenta con una absorción de 0,29%, para la resistencia a rotura tiene 831.312,88Pa y compresión horizontal de 212,6 Kgf/cm<sup>2</sup>, para la flexion de ladrillo a un angulo de 45<sup>o</sup> soporta una presión de de 831.312,88Pa y con plástico tenemos a la resistencia de compresión horizontal de 212,6 Kgf/cm<sup>2</sup> y verticalmente 239 Kgf/cm<sup>2</sup>. En conclusion, tenemos que los ladrillos son muy frágiles<sup>6</sup>.

Dopko, M. (2018), aiming to establish the state of knowledge belonging to FRC. Fiber material independent parameters are presented, then different fiber materials that have been tested in FRC are discussed, focusing on their contributions to fresh state properties and hardened mechanical properties. The capabilities, limitations, and typical applications of fiber in cement-based composites are presented. an exploratory and experimental design. Obtaining results that when adding fiber in the percentages of 0.5% and 15% increases the volume and in turn causes it to have cracks at the moment of flexural strength as indicated by the ASTM C1609 standard, for basalt fibers at 1.0% by volume, small increases in volume and good flexural strength are noted, the fibers have a lesser effect on the properties of the concrete And in turn it has a mixture of 1.0B and 1.5B for the concrete matrix. In conclusion, we have that the low residuals for the volumes were between 0.5PP, compared to 0.5B and 1.5PP, compared to 1.5B, which had a flexural yield of the PP fibers of 0.5% to 10% and were very low and of 1.5PP requires a better dosage<sup>7</sup>.

Tamanna, K. (2018) The objectives of this thesis are: To investigate the potential of using a combination of CR and RCA in structural concrete in terms of its mechanical properties. Evaluate the effectiveness of adding PP fiber to CRC, RAC, and Recycled Rubber Coated Aggregate Concrete (RRAC) for specific replacement levels in terms of their mechanical properties. detailed study of the literature and

experimental design. Obtaining results that the rubberized concrete has an improvement in the microstructure properties in 20% of NaOH in the mortar mixture, for the compressive strength in the 28 days they were 49Mpa in a percentage of 10% and the resistance to bending and traction they were lower than the NAC. In conclusion, we have that with a combination of 100% RCA AND 20% CR, it has a compression of 35MPA which is acceptable<sup>8</sup>.

Simeon, A. (2015), This study aims to provide a detailed study of the state of the art by conducting a systematic study of the literature that includes the fundamentals of the use of recycled materials as a replacement for natural aggregates in the manufacture of concrete. and the guidelines for the manufacture of concrete with certain recycled materials such as recycled glass, recycled bricks and recycled PVC in North Cyprus. has a detailed study of the literature and experimental design. Obtaining results from different percentages of recycled glass that is attached to concrete by different researchers, Barbieri et al. (2001) added a percentage of 25%, 50 and 100% for the manufacture of concrete, Ganiron and Ucol. (2013) used the same percentages and Shayan and Xu (2014) only used 30% for the manufacture of concrete<sup>9</sup>.

Sanchez,J-Guerrero,F,Cerna,R,Gonzales,K.(2018),teniendo como objetivo el desarrollo de ladrillos ecológicos de carácter puzolanico mediante la incorporación de residuos procedente del cultivo de arroz, tiene un diseño experimental. Obteniendo resultados para el ladrillo ecológico tiene una variación de dimensionamiento de largo 0,73%, un ancho 1,08% y altura 2,39%, tiene un alabeo cóncavo de 0.60mm y convexo de 0.65mm, cuenta con una resistencia a compresión de 66,94 kg/cm<sup>2</sup> promedio, obteniendo una conclusión que los ladrillos ecológicos son mas lijeros y tiene un nivel de confianza de 95% <sup>10</sup>.

Di marco,R-leon,H.(2017),tiene como objetivo evaluar las propiedades de resistencia y absorción del ladrillo macizo tipo tolete adicionándole fibras plásticas reciclables e industriales (polietileno tereftalato–PET), las cuales vienen a reemplazar al material granular. Para evaluar estas muestras se compararon porcentajes del 20% de adición de PET hasta un 40%, con respecto a una muestra patrón (0% de PET), es un diseño experimental. Obtuvo resultados para el ladrillo macizo tiene una absorción en el 20% de 8.2,25% y para 40% es de

7.9%, respecto al ladrillo patrón que es 8.6%, cuenta con una resistencia a compresión en 28 días cuenta una patrona de 5.20 Mpa y en los porcentajes 20% tiene 4.30Mpa y 40% tiene 1.85Mpa, en conclusión, tenemos que no supera en 12% de absorción y que al 20% es el más alto en encontrar la resistencia <sup>11</sup>.

Gareca,M- Andade,M- Pool,D- Barron,F y Villarpando,H.(2020) tiene como objetivo determinar las características físicas y mecánicas de ladrillo ecológico mediante técnicas que permitan identificar el proceso adecuado para producir un ladrillo de óptima calidad a través de una selección de residuos orgánicos que permita contribuir a la disminución de la contaminación de la ciudad de sucre y se convierta en una nueva alternativa como material constructivo, es de tipo cuantitativo y diseño experimental. Obteniendo una conclusión que el ladrillo ecológico en PET, PS, PEBD y PP, tiene la posibilidad de poder tener una resistencia similar al de ladrillo de primera calidad, en los tanto el uso de menos cantidad de reciclado da una mayor resistencia al ladrillo y poca porosidad al ladrillo<sup>12</sup>.

Como Teorías relacionado al proyecto tenemos: Definición de Plástico PET. El PET más conocido como polietileno tereftalato-poliéster es obtenido a partir del etileno y el paraxileno, que es procesada mediante de extrusión, inyección, inyección-soplado y termo formado. El plástico con transparencia y dureza es muy resistente de acuerdo a sus características.

### **Tipos de plástico PET**

Tenemos 3 tipos de plástico que son: Textil, Botella, Film.

### **Propiedades físicas y químicas**

El plástico PET son resinas termoplásticas, que mediante un proceso industrial se obtiene por una reacción de polimerización de dos petroquímicos secundarios, en un pre polímero su viscosidad es muy baja lo cual tenemos que aumentar con una fusión a 280°C.

### **Formas de reciclar el plástico**

Se clasifica de acuerdo a la forma física que tiene el plástico, lo cual tenemos 2 formas de reciclar que son: reciclaje mecánico, reciclaje químico.

## **Ladrillo Rococho**

Los ladrillos rocochos están elaborados de arcillas que se obtiene después de un proceso de cocción que es mucho mayor a los ladrillos tradicionales, mayormente a este tipo de ladrillo se lo conoce como desperdicio porque tiene una estructura deforme, le utilizan mayormente para acabados<sup>13</sup>.

## **Ladrillos de concreto**

Están elaborados de cemento, arena, piedra y agua, son ocupados por su mayoría para muros, esto se unen mediante un mortero hasta formar tabiques comunes.

### **Tipos de ladrillo de concreto**

Contamos con distintos tipos del ladrillo de concreto: como Ladrillo macizo, Ladrillo hueco y Ladrillo perforado.

#### Ventajas

El ladrillo de concreto cuenta con una resistencia mayor a la compresión y al fuego sus características estructurales se llegan a mantener.

Cuentan con una buena capacidad mecánica, incombustibilidad, y aislación acústica:

#### Desventajas

Los ladrillos de concreto se deben mantener en un espacio seco.

## **Unidad de albañilería**

El ladrillo a la unidad son los ladrillos que permiten ser manejados con una sola mano, a las diferencias de los bloques que tienen mayor dimensión y se necesita 2 manos para poder manejarlo, como estipula la norma peruana E.070, como materia prima contamos con arcilla o concreto, pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y son elaborados artesanal o industrial<sup>14</sup>.

## Clasificación para fines estructurales

Contaran con las características indicadas en la siguiente tabla<sup>14</sup>: ver tabla N°01

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABE O (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f_b$ mínimo en Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ) 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	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (50)

Tabla N°01. Clase de Unidad de Albañilería para Fines Estructurales.

Fuente: Norma Técnica Peruana E.070

## Limitaciones en su aplicación

Como indica la norma peruana E.070<sup>15</sup> Ver Tabla N°02

TABLA N°02			
LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
Tipo	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí	Sí	Sí
	Celdas totalmente rellenas con grout	Celdas totalmente rellenas con grout	Celdas totalmente rellenas con grout
Hueca	No	No	No
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Tabla N°02.Limitacion en uso de las unidades de albañearía

Fuente: Norma Técnica Peruana E.070

## Aceptación de la unidad

Al presentarse una dispersión de 20%, 40% en los coeficientes de variación, para las unidades se realizarán otras muestras, pero si sigue teniendo el mismo

resultado se descartará, en absorción en arcillas no será mayor a 22% y en concreto no mayor a 12%.

## Componentes

Como indica la norma el mortero puede ser elaborado de:

- Cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009

Para el agregado fino no debe tener nada de material orgánico para poder elaborar una granulometría<sup>16</sup>. Ver Tabla N°03

TABLA N°03	
GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4.75 mm)	100
N° 8 (2.36 mm)	95 a
N° 16 (1.18 mm)	70 a 100
N° 30 (0.60 mm)	40 a 75
N° 50 (0.30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

Fuente: Norma Técnica Peruana E.070

## Resistencia de prismas de albañilería

se realizan mediante ensayos a compresión axial ( $f'm$ ) y a corte ( $v'm$ ). Ver Tabla N°04.

TABLA N°04									
MÉTODOS PARA DETERMINAR ( $f'm$ ) y ( $v'm$ )									
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS		
	Zona			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
( $f'm$ )	A	A	A	B	B	A	B	B	B
( $v'm$ )	A	A	A	B	A	A	B	B	A

Fuente: Norma Técnica Peruana E.070

Las primas tendrán una temperatura de 10°C durante 28 días, pero no menor que 14 días, como indica la norma E.070<sup>17</sup>. Tabla N°05

TABLA N°05			
INCREMENTO DE ( $f'm$ ) y ( $v'm$ ) POR EDAD			
Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla	1,1	1,0
	Bloques de concreto		

Fuente: Norma Técnica Peruana E.070

## II. METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo y Diseño de investigación

Aplicada. (Por que utilizamos conocimientos técnicos para la elaboración de ladrillo ecológico) <sup>18</sup>.

#### **Diseño de Investigación:**

- Diseño experimental

El diseño del proyecto de investigación es experimental, porque modificamos las variables independientes para poder obtener resultados en base de la variable dependiente.

El PET y el ladrillo recocho se adiciona en porcentajes de 0%,10%,15%,20% al ladrillo ecológico para la obtención de resultados de la muestra<sup>19</sup>.

#### **Enfoque de investigación:**

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, porque para la elaboración del proyecto nos guiamos de los antecedentes, que nos servirán para un respaldo para la comparación de resultados obtenidos<sup>20</sup>.

#### **Método de investigación:**

El método de la investigación es científico, ya que cuenta con un orden ya especificado, con el fin de respondernos las preguntas que fueron elaboradas<sup>21</sup>

### 3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

**Variable independiente:** Reciclado de ladrillo de arcilla

#### **Definición conceptual:**

Los distintos tipos de ladrillos están elaborados con tierra arcillosa, comprimida, moldeada y sometido a cocción, por su buen manejo puede ser utilizado en la construcción.

**Variable independiente:** Reciclado de fibra PET

#### **Definición conceptual:**

Los plásticos PET como mayormente son conocidos polietilenotereftalato o polietileno tereftalato, los cuales se encuentra en bebidas, textiles y embaces.

**Variable independiente:** Agregados

**Definición conceptual:**

Los agregados pueden tener desde partículas pequeñas hasta pedazos de piedra, que al juntarse con el cemento más agua, podemos elaborar el concreto de acuerdo a la resistencia.

**Variable Dependiente:** Propiedades físicas y mecánicas en unidades de ladrillo ecológico

**Definición conceptual:**

Los ladrillos ecológicos cuentan con una propiedad física de soportar altas temperaturas sin poder sufrir un daño y cuentan con aislamiento térmico que permite la transferencia de calor.

Las propiedades mecánicas es cuando un elemento de ladrillo cuenta con una carga y se aplica una fuerza.

**Variable Dependiente:** Propiedades mecánicas en pilas de albañilería de ladrillo ecológico.

**Definición conceptual:**

Pilas en albañilería están compuestas de dos a más ladrillos, asentados en forma horizontal de uno sobre otro.

### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidades de análisis.**

#### **Población**

Por lo cual en esta presente investigación se presenta una población intencionada ya que será igual a la muestra donde se realizaron 38 unidades de ensayos a realizar de ladrillo ecológico<sup>22</sup>.

## Muestra

Para este presente estudio de investigación la muestra se resume en 38 unidades de ensayo a realizar de ladrillo ecológico<sup>23</sup>. Ver tabla N°06

Unidades de ensayos a realizar de ladrillo ecológico				
Porcentaje que se añade al ladrillo ecológico				
Ensayos	0%	10%	15%	20%
Absorción	1	1	1	1
dimensionamiento	1	0	0	0
alabeo	1	0	0	0
Resistencia a compresión en unidades	6	6	6	6
Resistencia a compresión en pila	2	2	2	2
total	11	9	9	9
Unidades	38			

Tabla N°06: Unidades de ensayos de ladrillo ecológico.

Fuente: Elaboración propia

## Muestreo

Para la elaboración del muestreo se determina mediante las NTP vigente, para poder realizar los ensayos correspondientes, en los cuales las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico en unidades de albañilería siguiendo la norma: (norma E070, NTP 400,012, NTP 400,022, NTP 400,019, NTP 339,015), son los parámetros para la investigación<sup>24</sup>.

Las unidades deben estar conforme a los requisitos físicos presentado en la tabla N°07.

Resistencia a la compresión, min, Mpa, respecto al área bruta promedio			Absorción de agua, max, % (promedio de 3 unidades)
Tipo	Promedio de 3 unidades	Unidad Individual	
24	24	21	8
17	17	14	10
14	14	10	12
10	10	8	12

Tabla N°07: Requisitos de resistencia y absorción Fuente: NTP 399.601 2016 ladrillo de concreto pag.(9)

### **3.4 Técnica e instrumento de recolección de datos.**

#### **Técnica**

Según Valderrama (2013) la técnica tiene como finalidad poder obtener datos de las variables que están en estudio.

Para poder realizar los ensayos se hará uso de los equipos e instrumentos de laboratorio, de acuerdo con la norma vigente Norma E 070, NTP 400,012, NTP 400,022, NTP 400,019, NTP 339,015)<sup>25</sup>.

#### **Instrumento de recolección de datos**

Las recolecciones de datos del proyecto de investigación usaremos formatos de ensayos, equipos calibrados y materiales para la presente investigación<sup>26</sup>.

#### **Validez**

Para Hernandez,R(2.014), la validez denota el nivel de seguridad, quiere decir que los resultados que se alcancen, sean los que en un principio se pretendió alcanzar y no otros, también la técnica usada sirva para medir lo pretendido, logrando así que el investigador cuente con un evidente grado de veracidad en los resultados.

Al realizar la validez en esta investigación debe estar sujeta a las muestras del ladrillo ecológico patrón y el ladrillo ecológico adicionando ladrillo recocho y fibra PET. Con el fin de poder analizar su comportamiento en resistencia de compresión, pilas y muretes, como también los ensayos físicos de dimensionamiento, absorción, succión, alabeo, los cuales serán realizados en un laboratorio autorizado<sup>27</sup>.

#### **Confiabilidad**

Esta investigación de confiabilidad, se realiza a acuerdo a los ensayos de laboratorio, de: granulometría, peso específico, peso unitario, contenido de humedad, y los ensayos de resistencia a compresión en unidades Y pilas, porcentajes de absorción y succión con equipos debidamente calibrados y certificados para tener exactitud buenos resultados<sup>28</sup>.

### 3.5 Procedimiento

#### Etapa I. Características físicas de agregados

Los agregados se trabajan mediante la NTP 400.012:2018, lo cual tiene como objetivo determinar las partículas por diferentes tamaños que son: agregado fino, agregado grueso por tamizado<sup>29</sup>.

#### Granulometría

Se determina mediante NPT 400.012:2018 AGREGADOS, que tiene como fin determinar materiales finitos que pasan por los tamices.

La norma peruana cuenta con los siguientes procedimientos:

El secado de la muestra a peso constante tiene una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Los usos de tamiz son muy necesarios para proporcionar información de los materiales que serán ensayados como módulo de fineza, con la finalidad que todas las partículas pasan por la abertura de mayor a menor del tamiz<sup>30</sup>.

#### Contenido de humedad

El contenido de humedad se determina mediante NTP 339.185:2013 de los agregados lo cual cuenta con un procedimiento establecido:

Se realiza la muestra con una precisión de 0.1%.

La muestra se coloca en un honor con la finalidad de tener una temperatura  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .por 24 horas.

Calcular el contenido de humedad total evaporada de la siguiente manera:

$$W \% = \left( \frac{P_h - P_s}{P_s} \right) * 100$$

*Dónde:*

*P<sub>h</sub>: Peso del agregado húmedo.*

*P<sub>s</sub>: Peso del agregado en condición seca*

Figura 01: Formula para contenido de humedad.

Fuente: Llique, (2017),p(56)

## Peso específico y absorción del agregado fino

Peso específico y absorción del agregado fino está establecido mediante la NTP 400.022:2013, que indica los procedimientos de ensayos de peso específico seco y la densidad.

La muestra del agregado será elaborada por el método de cuarteo, el secado se establecerá en la estufa a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante las 24 horas, lo cual dejaremos reposar para tener un secado uniforme.

El procedimiento picnómetro de  $500 \pm 10\text{g}$  del agregado fino saturado establece llegar con agua un 90% de su capacidad, para agitar el picnómetro ya sea manual o mecánico, se espera aproximadamente 15 min a 20 min para eliminar las burbujas de aire.

El agregado fino del picnómetro, se hace un secado de la masa constante a una temperatura  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante una  $1\text{h} \pm \frac{1}{2}\text{h}$  para poder determinar la masa.

La mesa del picnómetro tiene capacidad de calibración con agua a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

Con la siguientes formulas expresamos los resultados:

$$\begin{aligned} P_{em} &= \frac{W_0}{V - V_a} \\ P_{eSSS} &= \frac{500}{(V - V_a)} \\ P_{ea} &= \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)} \\ Ab &= \left( \frac{500 - W_0}{W_0} \right) * 100 \end{aligned}$$

*Dónde:*

*P<sub>em</sub>: Peso específico de masa (gr/cm<sup>3</sup>)*

*P<sub>eSSS</sub>: Peso específico de masa saturada con superficie seca (gr/cm<sup>3</sup>)*

*P<sub>ea</sub>: Peso específico aparente (gr/cm<sup>3</sup>)*

*Ab: Porcentaje de absorción (%)*

*W<sub>0</sub>: Peso en el aire de la muestra seca en la mufla (gr).*

*V<sub>a</sub>: Peso en (gr) o volumen en (cm<sup>3</sup>) del agua añadida al frasco.*

*V: Volumen del frasco en cm<sup>3</sup>*

Figura 02: Formula de peso específico.

Fuente: Llique, (2017),p(57)

### **Peso Específico y Absorción del agregado grueso.**

La NTP 400.021:2018 está establecido un procedimiento para determinar las partículas, peso específico seco y absorción del agregado grueso.

La masa constante se pone a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , lo cual enfriamos con la temperatura de ambiente aproximadamente 1 a 3 h para tener la muestra de ensayo en tamaño nominal de 37.5mm.

La muestra se sumergirá en agua aproximadamente  $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$  para determinar el peso específico del agua,

La muestra constante se secará en una estufa a una temperatura  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , para determinar el peso de la masa.

$$P_{em} = \frac{A}{B-C} \times 100$$

$$P_{eSSS} = \frac{B}{B-C} \times 100$$

$$P_{ea} = \frac{A}{A-C} \times 100$$

$$Ab = \left( \frac{B-A}{A} \right) \times 100$$

*Dónde:*

*P<sub>em</sub>: Peso específico de masa (gr/cm<sup>3</sup>)*

*P<sub>eSSS</sub>: Peso específico de masa saturada con superficie seca (gr/cm<sup>3</sup>).*

*P<sub>ea</sub>: Peso específico aparente (gr/cm<sup>3</sup>).*

*Ab: Porcentaje de absorción (%).*

*A: Peso de la muestra seca en el aire (g).*

*B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (g).*

*C: Peso en el agua de la muestra saturada (g).*

Figura 03: Formula de peso específico.

Fuente: Llique, (2017),p(58)

### **Peso unitario**

El peso unitario se determina de acuerdo a la NTP 400.017:201, que tiene como finalidad determinar la densidad de masa del agredo suelto o compactado.

La muestra se seca en una estufa a  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . por 24 horas, la muestra tendrá aproximadamente 125% a 200% la cantidad requerida.

Para el procedimiento del peso unitario suelto, se llena en un recipiente con una pala, dejándolo caer de una altura que no exceda los 5 cm del borde del recipiente.

Para el procedimiento del peso unitario compactado, se coloca en un recipiente con una base firme y se dividió en 3 capas iguales, para luego golpear 25 veces con una varilla, hasta completar el recipiente.

Para poder determinar el peso volumétrico compactado y suelto:

$$V = \frac{W}{D}$$

$$F = \frac{D}{W}$$

*Dónde:*

*V: Volumen del recipiente (m<sup>3</sup>)*

*W: Peso del agua (kg).*

*D: Densidad del agua para la temperatura medida (kg/m<sup>3</sup>).*

*F: Factor para el recipiente (l/m<sup>3</sup>)*

Figura 04: Formula de peso unitario.

Fuente: Llique, (2017),p(59)

### **Peso Específico y absorción del confitillo**

Está establecido el procedimiento mediante la NTP 400.021:2013 para poder determinar el peso específico, peso saturado y la absorción del agregado.

### **Etapas II. Características físicas de la fibra PET.**

Para el PET se determinará mediante la NTP de los agregados, ya que no contamos con una norma específico para ello. Los contaríamos con:

#### **Granulometría**

Está establecido el procedimiento adecuado en la NPT 400.012:2018 AGREGADOS.

#### **Peso específico**

Está establecido el procedimiento adecuado en la NTP 400.021:2018.

## Característica del ladrillo triturado Rococho

### Granulometría

Está establecido el procedimiento adecuado en la NPT 400.012:2018 AGREGADOS.

### Peso específico

Está establecido el procedimiento adecuado en la NTP 400.021:2018.

### Peso unitario

El peso unitario se determina de acuerdo a la NTP 400.017:201, que tiene como finalidad determinar la densidad de masa del agredo suelto o compactado.

### Contenido de humedad

El contenido de humedad se determina mediante NTP 339.185:2013

### Etapa III. Dimensiones del ladrillo de concreto elaborado con ladrillo reciclado (rococho) y PET reciclado.

Para el proyecto elegimos los ladrillos King Koncreto que son los más usados, cuenta con las siguientes dimensiones 22x13x09 cm, que son largo, ancho y altura, la resistencia  $f'b$ : 140Kg/cm<sup>2</sup> <sup>30</sup>.

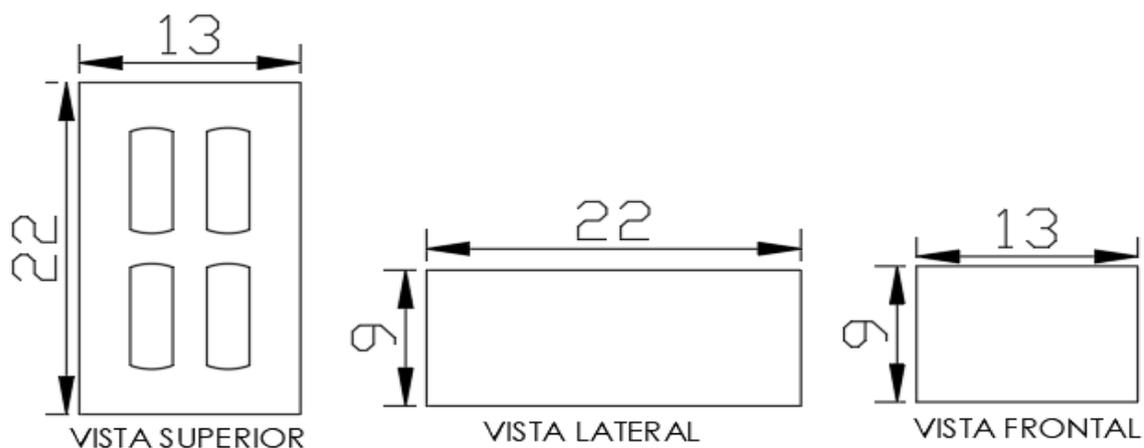


Figura 05: Dimensionamiento del ladrillo ecológico.

Fuente: Elaboración propia

## Requisitos físicos en unidades

### Dosificación de ladrillo de concreto elaborado con ladrillo reciclado (rococho) y fibra PET .

Para la dosificación del concreto lo obtendremos mediante el ACI 211, para tener una mejor trabajabilidad para la elaboración y la adición de fibra pet<sup>32</sup>. Ver tabla N°08.

Ladrillo de Concreto	Pet	Rococho	Código
Ladrillo 1	0%	0%	DP1
Ladrillo 2	1%	9%	DP + 10%
Ladrillo 3	2%	13%	DP +15%
Ladrillo 4	3%	17%	DP + 20%

Tabla N°08: Dosificación del ladrillo

Fuente: Elaboración propia

### Curado.

Después de pasar las 24 horas de a ver elaborado nuestro ladrillo identificamos y regamos para tener al ladrillo total mente húmedo durante 14 días y a los 21 días pueda alcanzar su Resistencia final<sup>33</sup>.

### Propiedades físicas de los ladrillos de concreto elaborado con ladrillo reciclado (rococho) y fibra PET.

Como indica la NTP 399.605:2013 en unidades de albañilería permite clasificar el tipo de ladrillo que tendremos a la edad de 21 días<sup>34</sup>.

### Variación dimensional

Se realiza comparación de dimensiones largo, ancho y altura para encontrar la dimensión promedio con la siguiente formula:

$$V = \frac{ME - MP}{ME} * 100$$

Dónde:

V: Variabilidad dimensional (%).

ME: Medida especificada por el fabricante (mm).

MP: Medida promedio (mm).

Figura 06: Formula de variación dimensional.

Fuente: Montero-Salinas A. (2020), p (32)

## Absorción

Se tomó como referencia la NTP 399.604:2002, lo cual se realizó un ensayo de absorción por 24 horas con una temperatura de saturación de 25.2 °C, como indica la fórmula<sup>35</sup>:

$$\text{absorción}(\%) = \frac{P_{\text{sat}} - P_{\text{s}}}{P_{\text{s}}} \times 100$$

En dónde:

$P_{\text{sat}}$  = Peso saturado 24 horas en agua fría en kg.

$P_{\text{s}}$  = Peso seco en kg.

Figura 07: Formula de absorción.

Fuente: Loayza, J-Mostacero, B. (2020), p(52).

## Alabeo

por cada unidad de ladrillo se realiza su alabeo, se coloca en una superficie plana y sobre la cara del ladrillo se coloca una regla de metal entre los extremos en forma diagonal, para poder determinar si es cóncavo o convexo, para poder tomar como valor promedio y expresarlo en milímetros<sup>36</sup>. Ver figura N°9



Figura N°9. Mediciones para ensayo de alabeo

Fuente: Llique, (2017), p(50)

## Resistencia a la compresión en unidades

La Resistencia a compresión se determina cuando tiene una rotura entre la carga bruta, para obtener  $f'b$  como se expresa en la fórmula<sup>37</sup>:

$$F'b = f_b - \Theta$$

$$F_b = R/A$$

Donde:

$F'b$ : Resistencia a compresión característica (kg/cm<sup>2</sup>)

$F_b$ : Resistencia unitaria a compresión (kg/cm<sup>2</sup>)

$\Theta$ : Desviación estándar (kg/cm<sup>2</sup>)

R: Carga de rotura (kg)

A: Área de contacto (cm<sup>2</sup>)

### **Compresión axial de pilas de albañilería**

Como indica la norma E0.70 y la NTP 399.605:2013, elaboraremos 03 pilas que estarán conformados por hileras de 04 unidades no menor de 40 cm, que serán ensayadas a partir de los 28 días<sup>38</sup>.

Ver figura N°08, determinaremos la resistencia a compresión axial de la siguiente forma:

$$F'm=CARGA\ MAXIMA/A$$

Donde:

F'm: Resistencia de la compresión axial (kg/cm<sup>2</sup>)

A: Área de contacto(cm<sup>2</sup>)



Figura N°08. Ensayo a compresión en pilas

Fuente: Norma técnica peruana E.070

### **3.6 Método de Análisis de datos**

El análisis de datos para la elaboración de ladrillo ecológico adicionando PET y ladrillo reciclado (rococho) en las proporciones 0%,10%,15%,20% se obtendrá de acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio y llevarlos a Microsoft Excel para poder elaborar tablas, gráficos y cuadros comparativos<sup>39</sup>.

### **3.7 Aspectos éticos**

Para el proyecto de investigación lo realizare con honestidad, responsabilidad y compromiso y presentando toda la información correcta que han sido elaborados, los cuales serán de acuerdos a los parámetros de las normas técnicas peruanas, citados correctamente de acuerdo a la norma ISO, para final acabo pasarlo por la herramienta turnitin y garantizar que no hay ningún tipo de plagio<sup>40</sup>.

## IV.RESULTADOS

### Nombre de la tesis:

Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico  $f'c = 140$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando ladrillo reciclado y PET, Comas 2021

### Ubicación:

Departamento : Lima  
Provincia : Lima  
Distrito : comas

### Cantera proveedora de agregado fino.

Procedente de la cantera SODIMAC, en lima.

### Cantera proveedora de agregado grueso.

La muestra de CONFITILLO procedente de la cantera LIMA, en lima.

### Cantera proveedora de ladrillo rococho.

La cantera ROCHOS LIMA, está ubicada en Av El Sol &, Ca. los Diseñadores, Villa EL Salvador 15842. Ver figura N° 09

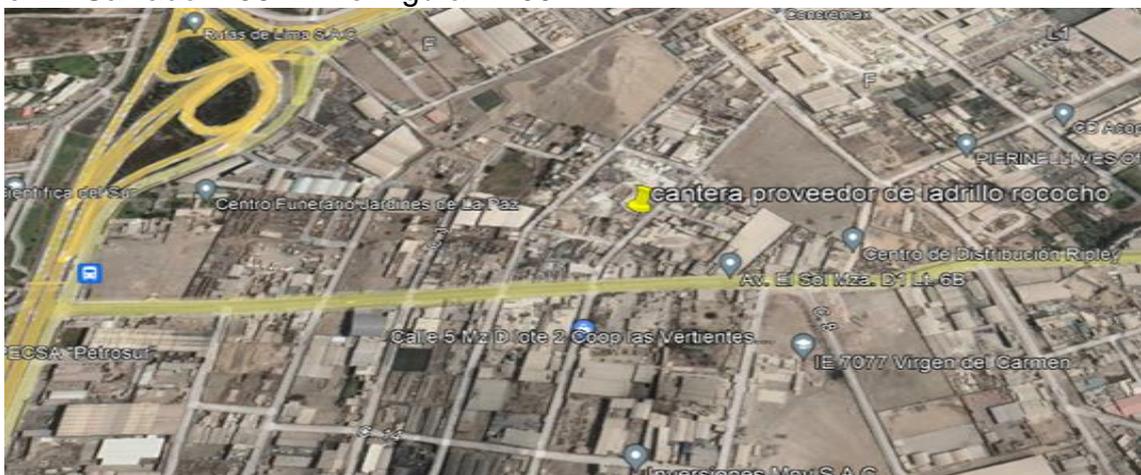


Figura N°09: Ubicación satelital de la cantera “Rochos Lima”

Fuente: Tomada de Google Earth Pro. 2016

### 4.1 Diseño de mezcla $f'c = 140$ kg/cm<sup>2</sup>

El diseño de mezcla se determinó mediante el método ACI 211, lo cual se obtuvo los siguientes resultados. Ver anexo N° 03

#### 4.1.1 Características generales

##### Slump

Tiene un asentamiento de 0" a 1".

##### Relación agua – cemento de diseño

A/c de 0.48.

##### Relación agua – cemento de obra

A/c de 0.47

#### 4.1.2 Proporciones de diseño

Ver tabla N°09.

Tabla N° 09		
Cemento SOL tipo I	Arena gruesa	Confitillo
1	3.37	0.23

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3 Proporciones de obra

Ver tabla N°10.

Tabla N° 10		
Cemento SOL tipo I	Arena gruesa	Confitillo
1	3.42	0.23

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4 Cantidad de material de diseño por m<sup>3</sup> de concreto.

Ver tabla N° 11.

Tabla N° 11	
Descripción	cantidad
Cemento Sol tipo I	454 kg
Arena gruesa	1532 kg
Confitillo	106 kg
Agua de Red publica	218 L

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.5 Cantidad de material de diseño por m<sup>3</sup> de concreto en obra

Ver tabla N<sup>o</sup> 12.

Tabla N <sup>o</sup> 12	
Descripción	cantidad
Cemento Sol tipo I	454 kg
Arena gruesa	1552 kg
Confitillo	106 kg
Agua de Red publica	211 L

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.6 Cantidad de material por bolsa de cemento en obra

Ver tabla N<sup>o</sup> 13.

Tabla N <sup>o</sup> 13	
Descripción	cantidad
Cemento Sol tipo I	42.50 kg
Arena gruesa	145,19 kg
Confitillo	9,96 kg
Agua de Red publica	211 L

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.7 Proporciones aproximadas en volumen

Para las proporciones C: A: C cuenta con agua de red pública de 19.79 L/bolsa.

Ver tabla N<sup>o</sup> 14.

Tabla N <sup>o</sup> 14		
Cemento SOL tipo I	Arena gruesa	Confitillo
1	2.83	0.23

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Característica de los agregados

### 4.2.1 Agregado fino

#### Granulometría del agregado fino

Se realizó el tamizado de la Arena Gruesa obteniendo los siguientes resultados.

Ver tabla N° 15. Anexo N°4

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA. ASTM C 33 HUSO AGR. FINO
(Pulg)	(mm)				
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	7.0	7.0	93.0	95 - 100
N°8	2.36	19.2	26.2	73.8	80 - 100
N°16	1.18	14.8	41.0	59.0	50 - 85
N°30	0.60	13.8	54.8	45.3	25 - 60
N°50	0.30	17.9	72.7	27.3	5 - 30
N°100	0.15	14.3	86.9	13.1	0 - 10
FONDO		13.1	100.0	0.0	

Tabla N°15: Granulometría del agregado fino

Se observa la curva de granulometría del agregado fino. Ver figura N°10

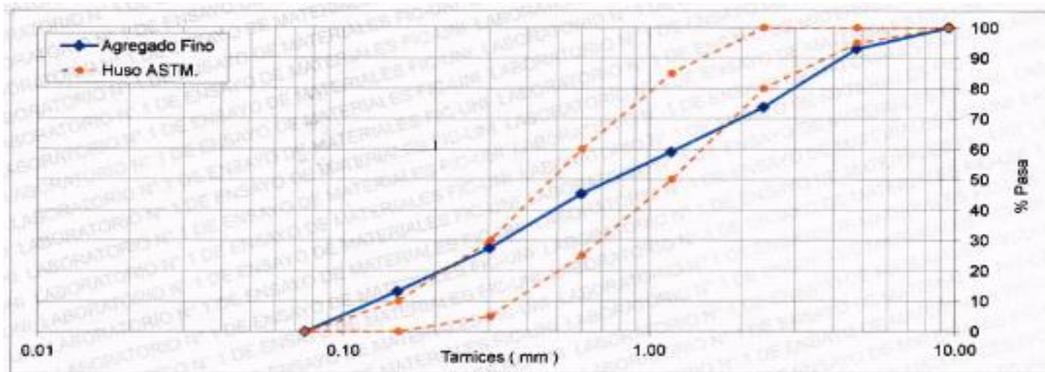


Figura N°10: Curva Granulometría del agregado fino

Fuente: Laboratorio N°1 de ensayo de materiales

También cuenta con las propiedades físicas del agregado, cual cumple como especifica la NTP 400.012:2018. Ver tabla N°17

Tabla N° 17	
Descripción	Unidad
Módulo de Fineza	2.89
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1809
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1990
Peso Especifico (g/cm <sup>3</sup> )	2.69
Contenido de Humedad (%)	1.25
Porcentaje de Absorción (%)	0.81

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2 Agregado grueso (confitillo)

##### Granulometría del agregado grueso (confitillo)

Se realizó el tamizado del agregado grueso (confitillo) obteniendo los siguientes resultados. Ver tabla N<sup>o</sup> 18. Anexo N<sup>o</sup>5

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA. ASTM C 33 HUSO 89
(Puig)	(mm)				
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	100
1/2"	12.50	0.4	0.4	99.6	100
3/8"	9.50	1.0	1.5	98.5	90 - 100
N <sup>o</sup> 4	4.75	49.8	51.3	48.7	20 - 55
FONDO		2.7	100.0	0.0	

Tabla N<sup>o</sup>18: Granulometría agregado grueso (confitillo)

Se observa la curva de granulometría del agregado grueso. Ver figura N<sup>o</sup> 11

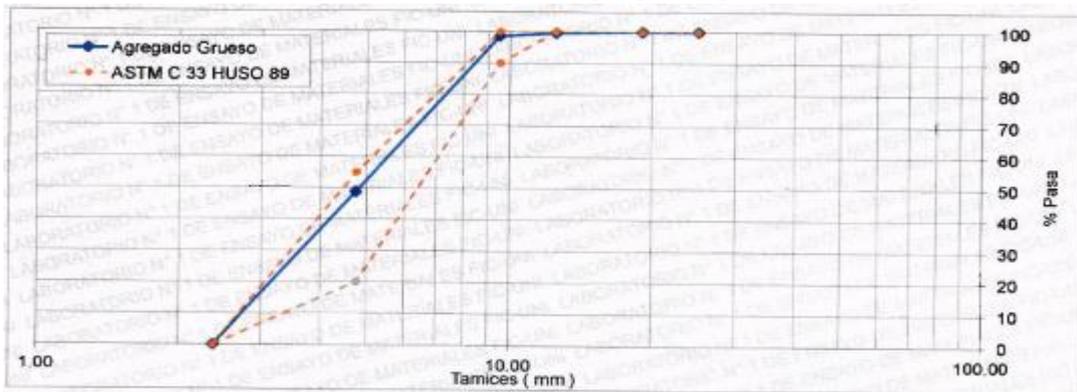


Figura N<sup>o</sup>11: Curva Granulometría del confitillo

Fuente: Laboratorio N<sup>o</sup>1 de ensayo de materiales

También cuenta con las propiedades físicas del agregado grueso (confitillo), cual cumple como especifica la 400.012:2018. Ver tabla N<sup>o</sup>19

Descripción	Unidad
Módulo de Fineza	4.92
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1531
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1718
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.84
Contenido de Humedad (%)	0.56
Porcentaje de Absorción (%)	0.80

Fuente: Elaboración propia

### 4.2.3 Característica de los agregados global

Consiste en una combinación del agregado fino con el agregado grueso (confitillo) procedentes de diferentes canteras. Anexo N°6

#### Análisis Granulométrico.

Se obtuvo los siguientes resultados. Ver tabal N°20

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA
(Pulg)	(mm)			
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.1	0.1	99.9
N°4	4.75	9.8	9.9	90.1
N°8	2.36	19.9	29.7	70.3
N°16	1.18	14.1	43.9	56.1
N°30	0.60	13.0	56.8	43.2
N°50	0.30	16.9	73.7	26.3
N°100	0.15	13.9	87.6	12.4
FONDO		12.4	100.0	0.0

Tabla N°20: Granulometría Global

Que contiene una curva granulométrica como muestra la Figura N°12.

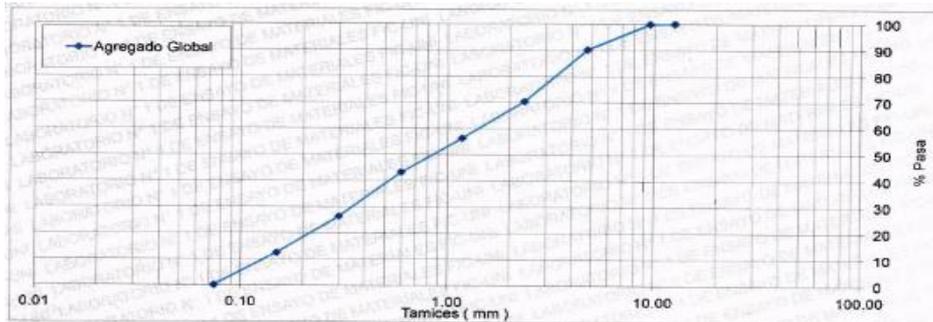


Figura N°12: Curva Granulometría Global

Fuente: Laboratorio N°1 de ensayo de materiales

También cuenta con las propiedades físicas global, Ver tabla N°21

Tabla N° 21	
Descripción	Unidad
Tamaño Nominal Máximo	3/8"
Módulo de Fineza	3.02
% Agregado Grueso	6.46
% Agregado fino	93.54

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4 Característica del PET

Las fibras PET se realizó el ensayo de granulometría con la NTP 400:012:2018.

Ver tabla N°22. Anexo N°7

#### Análisis Granulométrico.

Se realizó el tamizado y se obtuvo los siguientes resultados y contiene un Módulo de finura de 4.82.

TAMIZ		%RET	%RET ACUM.	% PASA	% PASA. ASTM C 33 HUSO AGR. FINO
(Pulg)	(mm)				
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	18.0	18.0	82.0	95 - 100
N°8	2.36	52.7	70.6	29.4	80 - 100
N°16	1.18	24.4	95.0	5.0	50 - 85
N°30	0.60	4.0	99.0	1.0	25 - 60
N°50	0.30	0.6	99.7	0.3	5 - 30
N°100	0.15	0.1	99.8	0.2	0 - 10
FONDO		0.2	100.0	0.0	0

MÓDULO DE FINURA : 4.82

Tabla N°22: Granulometría del PET

Que contiene una curva granulométrica como muestra la Figura N°13

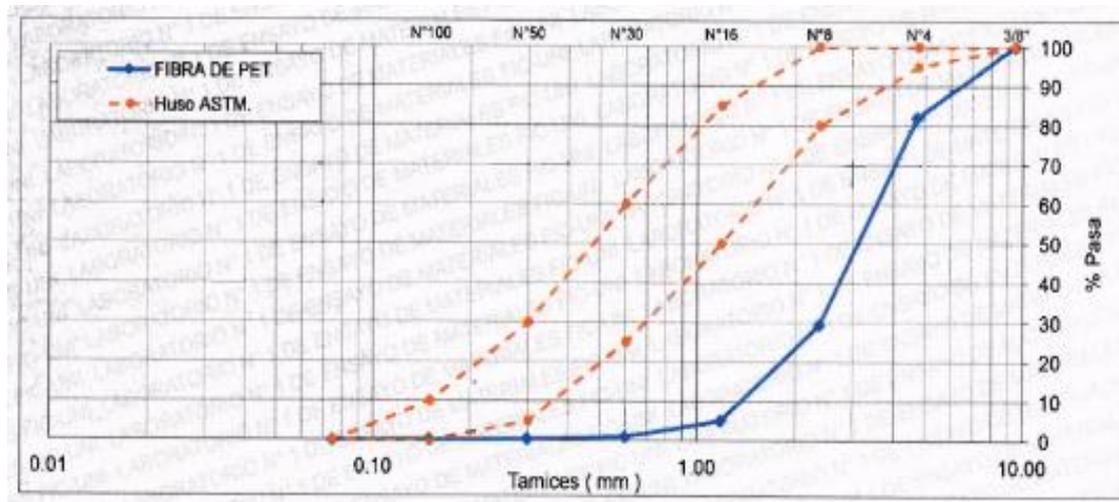


Figura N°13: Curva Granulometría del PET

Fuente: Laboratorio N°1 de ensayo de materiales

#### 4.2.5 Característica del ladrillo triturado Rococho

Los ladrillos triturados Rococho se realizó el ensayo de granulometría con la NTP 400:012:2018. Ver tabla N°23. Anexo N°8

#### Análisis Granulométrico

Se realizó el tamizado y se obtuvo los siguientes resultados y contiene un Módulo de finura de 3.48.

TAMIZ		%RET	%RET ACUM.	% PASA	% PASA. ASTM C 33 HUSO AGR. FINO
(Pulg)	(mm)				
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	100
3/8"	9.50	1.4	1.4	98.6	100
N°4	4.75	15.2	16.6	83.4	95 - 100
N°8	2.36	24.1	40.7	59.3	80 - 100
N°16	1.18	16.2	56.8	43.2	50 - 85
N°30	0.60	10.6	67.4	32.6	25 - 60
N°50	0.30	10.4	77.8	22.2	5 - 30
N°100	0.15	9.0	86.8	13.2	0 - 10
FONDO		13.2	100.0	0.0	0

MÓDULO DE FINURA : 3.48

Tabla N°23: Granulometría del ladrillo triturado Rococho.

Que contiene una curva granulométrica como muestra la Figura N°14.

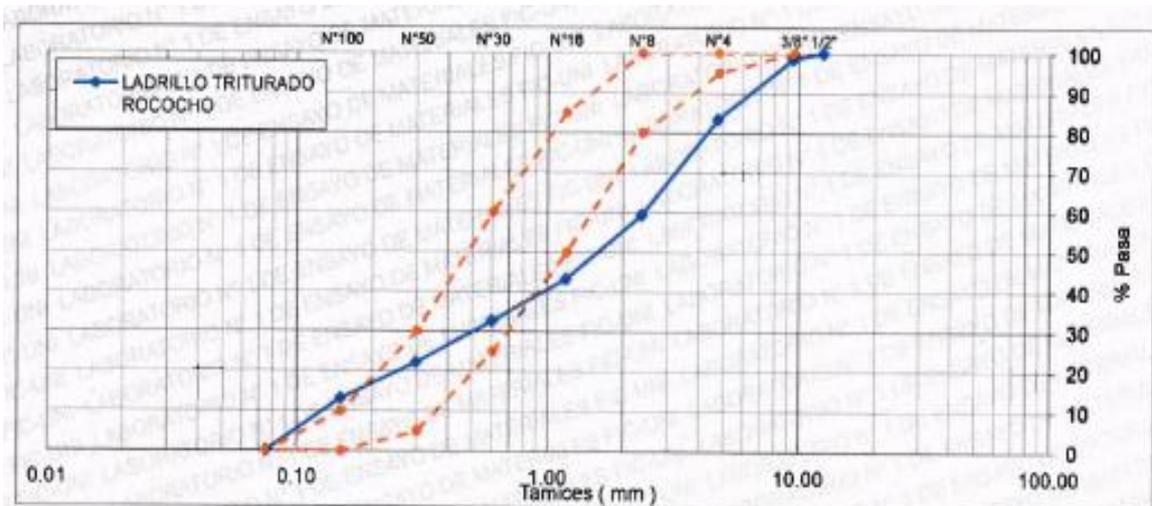


Figura N°14: Curva Granulometría del ladrillo triturado Rococho.

Fuente: Laboratorio N°1 de ensayo de materiales

### 4.3 Propiedades físicas de los ladrillos de concreto elaborado con ladrillo reciclado (rococho) y fibra PET.

#### Variación dimensional

Se tomó como referente la NTP 399.604:2002 revisado el 2015, lo cual se determinó la variación dimensional de 6 unidades de ancho, alto y largo del ladrillo patrón. Ver tabla N°24 los resultados obtenidos del valor promedio del ladrillo y especificado en el Anexo N°9.

MUESTRA	DIMENSIONES PROMEDIO		
	LARGO	ANCHO	ALTO
DP1	21,8	13	8,7

Tabla N°24: Variación dimensional del ladrillo patrón

#### Absorción

Se tomó como referencia la NTP 399.604:2002 revisado el 2015, lo cual se determinó los ensayos de 12 unidades de ladrillos, se detalla en el anexo N° 10,11,12 Y 13. Por cada tipo de ladrillo se muestra la absorción promedio. Ver tabla N°25 y Figura N°15.

Absorción	
TIPO	% PROMEDIO
DP1 (0%)	8,6
DP+ (10%)	12,2
DP+ (15%)	8,8
DP+ (20%)	11,7

Tabla N°25: Absorción por diferentes tipos de ladrillos.

Fuente: Elaboración propia

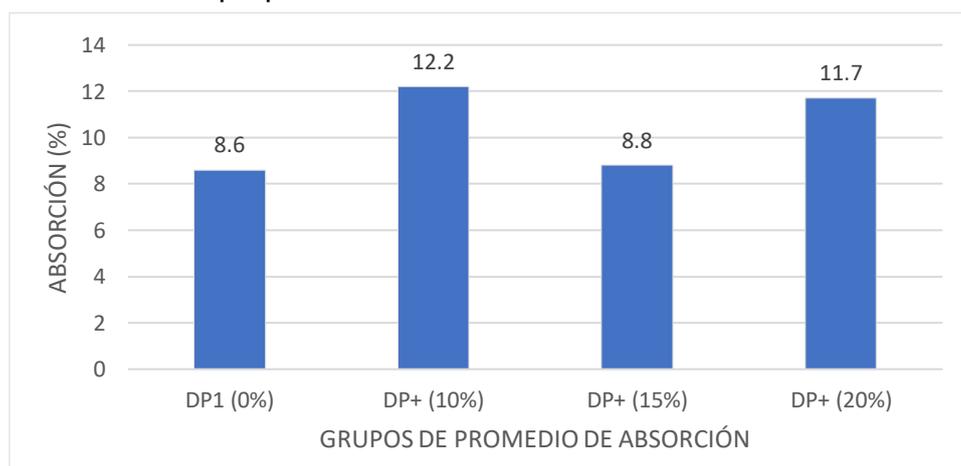


Figura N°15: valor promedio de absorción de 0%,10%,15% y 20%.

Fuente: Elaboración propia

## Alabeo

Se tomó como referencia la NTP 399.613:2017, lo cual se determinó alabeo de 10 unidades del ladrillo patrón, se detalla en el anexo N° 14. Se muestra el alabeo promedio del ladrillo patrón y clasificándolo como un ladrillo tipo V. Tabla N°26

ALABEO		
TIPO	(mm)	CLASE
DP1(0%)	1.5	V

Tabla N°26: Alabeo del ladrillo patrón.

## 4.4 Resistencia a compresión

### 4.4.1 Resistencia a compresión en unidades del ladrillo ecológico

Los ensayos fueron realizados como indica la NPT 399.604, se determinó la resistencia de 6 unidades, 3 en 14 días y 3 en 21 días, por cada tipo de ladrillo, en total ensayamos 24 unidades. Cuenta con una resistencia mínima de  $f'c = 140$  kg/cm<sup>2</sup>. Ver anexo N° 15,16,17,18,19,20,21 Y 22,

Resistencia a compresión del ladrillo en 14 días. Tabla N°27 Y Figura N°16.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN UNIDADES A LOS 14 Días							
GRUPOS	MUESTRA DE LADRILLO	% DE FIBRA PET	% DE LADRILLO RECICLADO ROCOCHO	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO
Grupo 0%	DP1	0	0	284.3	35000	123.1	111,2
	DP1	0	0	285.6	30200	105.7	
	DP1	0	0	284.3	29800	104.8	
Grupo 10%	DP+10	1	9	283.4	28400	100.2	96,5
	DP+10	1	9	284.7	26600	93.4	
	DP+10	1	9	283,7	27200	96.0	
Grupo 15%	DP+15	2	13	284.7	20100	70.6	74,1
	DP+15	2	13	283.4	22000	77.6	
	DP+15	2	13	285.6	21200	74.2	
Grupo 20%	DP+20	3	17	291.3	19800	68.0	64,5
	DP+20	3	17	290.4	17600	60.6	
	DP+20	3	17	289.1	18800	65.0	

Tabla N°27: Resistencia a compresión en unidades de 0%,10%,15% y 20%.

Fuente: Elaboración propia

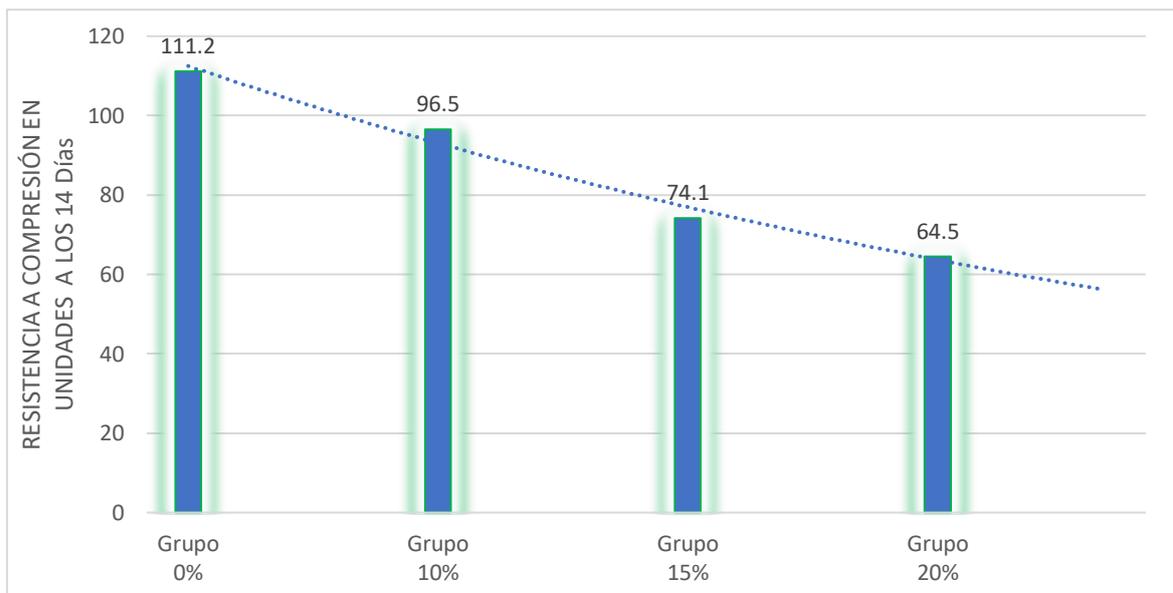


Figura N°16: Grafico de la resistencia a compresión en unidades de 0%,10%,15% y 20% en 14 días.

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a compresión del ladrillo en 21 días. Tabla N°28 Y Figura N°15

RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN UNIDADES A LOS 21 Días							
GRUPOS	MUESTRA DE LADRILLO	% DE FIBRA PET	% DE LADRILLO RECICLADO ROCOCHO	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO
Grupo 0%	DP1	0	0	292.6	43100	147.3	143,7
	DP1	0	0	286.9	41200	143.6	
	DP1	0	0	284.3	39900	140.3	
Grupo 10%	DP+10	1	9	289.9	32400	111.8	111,1
	DP+10	1	9	292.6	33200	113.5	
	DP+10	1	9	289.1	31200	107.9	
Grupo 15%	DP+15	2	13	292.1	30000	102.7	101,9
	DP+15	2	13	290.8	29200	100.4	
	DP+15	2	13	289.9	28400	102.7	
Grupo 20%	DP+20	3	17	291.3	23400	80.3	85,9
	DP+20	3	17	290.4	24600	84.7	
	DP+20	3	17	289.1	26800	92.7	

Tabla N°28: Resistencia a compresión en unidades a 21 días de 0%,10%,15% y 20%

Fuente: Elaboración propia

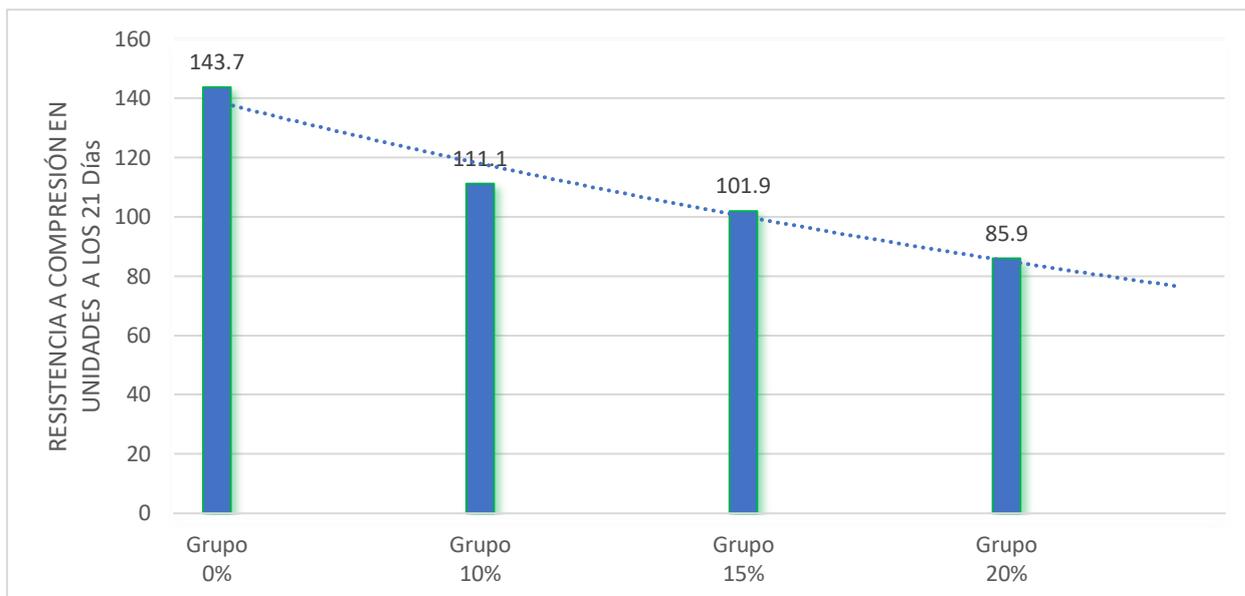


Figura N°17: Grafico de la resistencia a la compresión en unidades de 0%,10%,15% y 20% en 21 días.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2 Resistencia a compresión en pilas del ladrillo ecológico

Se tomó de referencia la NTP 399.605:2018 y se realizó dos pilas por diferentes proporciones de 0%,10%,15% y 20%, los ensayos fueron a los 14 días de edad, en total elaboramos 8 pilas y lo podemos apreciar detalladamente en el Ver anexo N° 23,25,26 y en la Tabla N°29 comparamos los resultados obtenidos. Ver Figura N°18.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN PILAS A LOS 14 Días								
GRUPOS	MUESTRA DE LADRILLO	% DE FIBRA PET	% DE LADRILLO RECICLADO ROCHOCHO	ÁREA BRUTA ( cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROCTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO	TIPO DE FALLA
Grupo 0%	DP1	0	0	293	14800	55,1	61,1	Separación del frente superficial
	DP1	0	0	295	18200	67		
Grupo 10%	DP+10	1	9	294	14200	52,6	47,8	Separación del frente superficial
	DP+10	1	9	294	11600	42,9		
Grupo 15%	DP+15	2	13	294	11000	40,7	43,9	Separación del frente superficial
	DP+15	2	13	292	12600	47		
Grupo 20%	DP+20	3	17	294	9500	35,1	39,9	Separación del frente superficial
	DP+20	3	17	292	12000	44,7		

Tabla N°29: Resistencia promedio a la compresión en pilas en 14 días de 0%,10%,15% y 20%.

Fuente: Elaboración propia

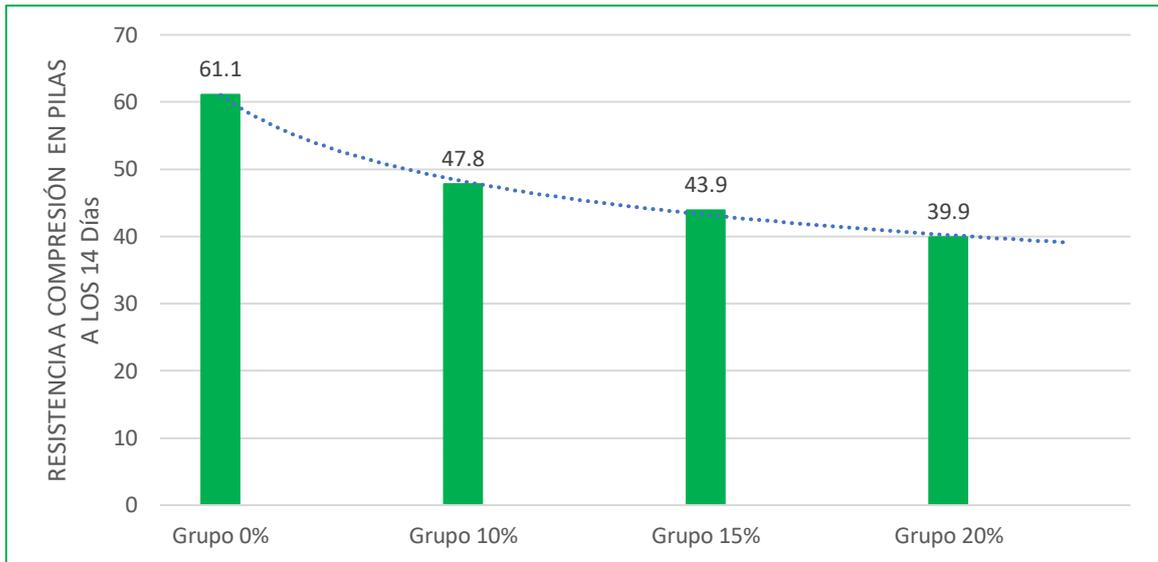


Figura N°18: Grafico de la resistencia a compresión de pilas de 0%,10%,15% y 20%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: se realizó los ensayos de resistencia a compresión axial promedio de diferentes grupos de proporciones de 0%,10%,15% y 20% de ladrillo reciclado rococho y fibra PET, los ensayos se realizaron a los 14 días de edad teniendo como resistencia promedio patrón  $f'b = 61,1 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando el 10% de rococho y fibra PET tenemos una resistencia de  $f'b = 47,8 \text{ kg/cm}^2$ , con 15% tenemos  $f'b = 43,9 \text{ kg/cm}^2$  y con 20% tenemos  $f'b = 39,9 \text{ kg/cm}^2$ , en lo cual observamos que a mayor porcentajes agregado al ladrillo patrón la resistencia va disminuyéndose y teniendo una falla de separación del frente superficial. Ver Figura N°19:



Figura N°19: Ensayo a compresión de pilas patrón

Fuente: Elaboración propia

## VII. DISCUSION

**OBJETIVO 1:** Determinar las propiedades mecánicas en unidades de ladrillo ecológico adicionando ladrillo reciclado y fibra PET de 0%,10%(9%-1%),15%(13%-2%),20%(17%-3%);

Antecedentes: Llique, (2017), tienen como objetivo determinar las propiedades físico y mecánico de ladrillo de concreto con plástico PET reciclado que considera la norma técnica E.070-Albañilería, Obteniendo resultados, que para la adición 3%, 6% y 9% tiene una resistencia de son  $f'b = 127.08 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'b = 118.80$  y  $f'b = 110.46 \text{ kg/cm}^2$ , lo cual presenta disminución de  $51.5 \text{ kg/cm}^2$  o 31.8%.

Loayza,J-Mostacero,B.(2020), tienen como objetivo determinar la influencia de la adición del tereftalato de polietileno PET en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto en la ciudad de Trujillo- 2020. Obteniendo resultados para adición de 2.5%, 3.5% y 4.5% para el bloque de concreto con pet, cuenta con una resistencia patrón de 157.88% y con los porcentajes tiene una resistencia de 137.81%, 105.11% y 83.47%

Montero-Salinas A. (2020), tienen como objetivo evaluar el efecto de la fibra de plástico pet en la resistencia a compresión y absorción del ladrillo de concreto, Trujillo, Obteniendo resultados que el ladrillo de concreto en sus porcentajes de 0%,5%,10% y 15 % de pet, para la resistencia contamos con el patrón de  $144.02 \text{ kg/cm}^2$  y con el 15% fibra de PET  $168.38 \text{ kg/cm}^2$  que tiene mayor resistencia en todos los porcentajes.

Resultados: Los ensayos a compresión en unidades en las proporciones de 0%,10%,15% y 20%, lo cual fue dividido en 1%, 2% y 3% de fibra de PET y 9%,13% y 17% de ladrillo triturado rococho, en la edad de 14 días tenemos como resultado del ensayo patron promedio de  $f'b = 111,2 \text{ kg/cm}^2$ , en 10%  $f'b = 96,5 \text{ kg/cm}^2$ , en 15%  $f'b = 74,1 \text{ kg/cm}^2$  y en 20%  $f'b = 64,5 \text{ kg/cm}^2$ , para la edad de 21 días contamos con  $f'b = 143,7 \text{ kg/cm}^2$  patron, en 10%  $f'b = 111,1 \text{ kg/cm}^2$ , en 15%  $f'b = 101,9 \text{ kg/cm}^2$  y en 20%  $f'b = 85,9 \text{ kg/cm}^2$ , lo cual observamos que a mayor adición de ladrillo reciclado rococho y fibra PET tenemos a disminuir la resistencia del ladrillo ecológico.

**OBJETIVO 2:** Determinar las propiedades mecánicas en pilas de albañilería, de ladrillo ecológico con la adición de ladrillo reciclado y fibra PET de 0%,10%(9%-1%),15%(13%-2%),20%(17%-3%).

Antecedentes: Llique, (2017), tienen como objetivo determinar las propiedades físico y mecánico de ladrillo de concreto con plástico PET reciclado que considera la norma técnica E.070-Albañilería, Obteniendo resultados para pilas de ladrillo de concreto tiene una resistencia a la compresión axial de  $f'_m = 100.83 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'_m = 79.79 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'_m = 76.75 \text{ kg/cm}^2$  teniendo una disminución de  $51.8 \text{ kg/cm}^2$  o 40.3%.

Resultados: los ensayos de compresión axial de pilas en las proporciones de 0%,10%,15% y 20%, lo cual fue dividido en 1%, 2% y 3% de fibra de PET y 9%,13% y 17% de ladrillo triturado rococho, en la edad de 14 días tenemos como resultado promedio  $f'_m = 61,1 \text{ kg/cm}^2$  del patron, en 10%  $f'_m = 47,8 \text{ kg/cm}^2$ , en 15%  $f'_m = 43,9 \text{ kg/cm}^2$  y en 20%  $f'_m = 39,9 \text{ kg/cm}^2$ , lo cual observamos que a los 14 días con las distintas proporciones la resistencia de las pilas disminuyen, contando con una falla de separación del frente superficial que hace que la resistencia sea menor.

## VI. CONCLUSIONES

Para el diseño de mezcla se elaboró mediante el método ACI 211, para una resistencia de  $f'_c = 140 \text{ kg/cm}^2$  lo cual conto con una proporción en obra de 1:3,42:0,23 que sirvió para la elaboración del ladrillo ecológico,

Los ensayos de las propiedades físicas del ladrillo ecológico para las proporciones de 0%,10%,15% y 20%, cuenta con una variación promedio del patron de largo de 2 mm, de ancho 0 mm y de alto 3 mm y un alabeó promedio de 1.5 mm, clasificándole como un ladrillo tipo V.

Los ensayos de absorción en 24 horas del ladrillo ecológico en los porcentajes 0%,10%,15% y 20%, se obtuvo los resultados mediante el laboratorio, lo cual el grupo con menor absorción promedio fue el ladrillo patrón con 8,6% y el grupo con mayor absorción promedio con el 10% tiene 12,2%.

Los ladrillos ecológicos cuentan con los análisis granulométricos del agregado fino con un módulo de fineza de 2,89, peso unitario suelto de  $1809 \text{ kg/cm}^2$ , peso unitario

compactado de  $1990 \text{ kg/cm}^2$ , peso específico de  $2,69 \text{ g/cm}^2$ , contenido de humedad de  $1,25 \%$  y porcentaje de absorción de  $0,81\%$  cumpliendo con NPT 400.012:2018 de los agregados.

Para el agregado grueso cuenta con un módulo de fineza de  $4,92$ , peso unitario suelto de  $1531 \text{ kg/cm}^2$ , peso unitario compactado de  $1718 \text{ kg/cm}^2$ , peso específico de  $2,84 \text{ g/cm}^2$ , contenido de humedad de  $0,56 \%$  y porcentaje de absorción de  $0,80\%$  lo cual cumple como especifica la NPT 400.012:2018 de los agregados.

Para el agregado global contamos con un módulo de fineza de  $3,02$ , % de agregado grueso de  $6,46$  y % de agregado fino de  $93,54$ , las fibras PET cuentan con un módulo de fineza de  $4,82$  y el ladrillo reciclado rococho con  $3,48$ .

La resistencia a compresión en unidades en 14 días tuvo como resultado que el ladrillo patrón tiene un promedio de  $f'b = 111,2 \text{ kg/cm}^2$  y el porcentaje que obtuvo el más alto en resistencia promedio fue el  $10\%$  con de  $f'b = 96,5 \text{ kg/cm}^2$ , contando con disminución de  $f'b = 14,5 \text{ kg/cm}^2$  o  $13\%$ .

La resistencia a compresión en unidades en 21 días tuvo como resultado que el ladrillo patrón tiene un promedio de  $f'b = 143,7 \text{ kg/cm}^2$  y el porcentaje que obtuvo el más alto en resistencia promedio fue el  $10\%$  con de  $f'b = 111,1 \text{ kg/cm}^2$ , contando con una disminución de  $f'b = 32,6 \text{ kg/cm}^2$  o  $23,4 \%$ , lo cual clasificamos como un ladrillo TIPO III.

La resistencia en pilas a los 14 días tenemos como resistencia patrón  $f'm = 61,11 \text{ kg/cm}^2$  y el porcentaje que obtuvo el resultado más alto fue el  $10\%$  con  $f'm = 47,8 \text{ kg/cm}^2$ , disminuyendo un  $f'm = 13,3 \text{ kg/cm}^2$  o  $21,8\%$ .

Por lo cual concluimos que las propiedades mecánicas de los ladrillos ecológicos adicionando ladrillo reciclado rococho y fibra PET no mejoran, teniendo una disminución máxima a la resistencia a compresión a los 21 días en unidades de  $32,6 \text{ kg/cm}^2$  o  $23,4\%$  respecto a la mezcla patrón y se clasifica como un ladrillo tipo III, para la resistencia axial a los 14 días tenemos una disminución máxima de  $13,3 \text{ kg/cm}^2$  o  $21,8\%$  respecto a la muestra patrón. Para las propiedades físicas los

ladrillos si llega a cumplir en los distintos porcentajes 0%,10%,15% y 20% como indica la norma peruana E.070, clasificando como un ladrillo tipo V.

## **VII. RECOMENDACIONES**

El presente proyecto del ladrillo ecológico en las proporciones 0%,10%,15% y 20% cumple con las propiedades físicas, clasificándose como un ladrillo tipo V, lo cual sugerimos para las futuras investigaciones disminuir los porcentajes para ver si sigue cumpliendo como indica la norma peruana E.070

Para elaboración de ladrillos ecológicos y realizar los ensayos a compresión en unidades se recomienda disminuir los porcentajes del ladrillo triturado rococho y mantener los porcentajes de la fibra PET y realizar ensayos en 7,14 y 28 de edad, para ver si de esa manera llega a incrementar la resistencia.

Para la resistencia axial en pilas se recomienda realizar los ensayos a los 28 días con menores porcentajes del ladrillo triturado rococho, para ver si cumple los parámetros como indica la NTP 399.605:2018.

Se recomienda utilizar otro tipo ladrillo triturado en proporciones menores, para poder reutilizar los ladrillos desperdicios y de esa manera reducir un poco la contaminación.

## REFERENCIAS

1. LLIQUE MONDRAGON, R. *Ladrillo de concreto con plástico PET reciclado* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, pág. 86,87. [Consulta 02 mayo 2021]. Disponible en:  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%C3%83%C2%81STICO%20PET%20RECICLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. LOAYZA SAAVEDRA, J Y MOSTACERO NUREÑA, B. *Adición del tereftalato de polietileno (PET) en las propiedades físicas y mecánicas en un bloque de concreto, Trujillo,2020* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, 2020, pág. 100,101. [Consulta 02 mayo 2021]. Disponible en:  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61794/Loayza\\_SJM-Mostacero\\_NBS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61794/Loayza_SJM-Mostacero_NBS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
3. MONTERO PRETELL, J Y SALINAS MARCOS, A. *Efecto de la fibra del plástico reciclado (PET) sobre la resistencia a compresión y absorción del ladrillo de concreto, Trujillo,2019*[en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, 2019, pág. 78,79. [Consulta 02 mayo 2021]. Disponible en:  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46116/Montero\\_PJA-Salinas\\_MAE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46116/Montero_PJA-Salinas_MAE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
4. ROJAS VELANDIA, E Y RUEDA MARTINEZ, R. *Análisis del comportamiento mecánico de ladrillos estructurales utilizando el polipropileno de materiales plásticos reciclables* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga 2014, pág. 100 [Consulta 02 mayo 2021]. Disponible en:  
[http://biblioteca.upbbga.edu.co/docs/digital\\_27592](http://biblioteca.upbbga.edu.co/docs/digital_27592)

5. GOMEZ CUADRADO, E Y GUZMAN CHALIAL, M. *Comparación entre las propiedades físicas y mecánicas de los bloques fabricados con viruta de plástico PET y los bloques tradicionales de acuerdo a la norma NTE INEN 3066* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Central del Ecuador, Quito, 2019, pág.109,110,111. [Consulta 02 mayo 2021]. Disponible en:  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18759/1/T-UCE-0011-ICF-139.pdf>
6. MOLINA RESTREPO, S; VIZCAINO CAGUEÑO, A Y RAMIREZ SANTAMARIA, F. *Estudio de las características físico-mecánicas de ladrillos elaborados con plástico reciclado en el municipio de acacias (meta)* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad de la Salle, Bogotá, 2007, pág.140,141,142. [Consulta 02 mayo 2021]. Disponible en:  
[https://www.academia.edu/23467289/ESTUDIO\\_FISICO\\_MECANICO\\_DE\\_LADRILLOS\\_ELABORADOS\\_CON\\_PLASTICO\\_RECICLADO](https://www.academia.edu/23467289/ESTUDIO_FISICO_MECANICO_DE_LADRILLOS_ELABORADOS_CON_PLASTICO_RECICLADO)
7. DOPKO, M. *Fiber reinforced concrete: Tailoring composite properties with discrete fibers* [on line]. Thesis to obtain the professional title of civil engineering. Iowa State University, Ames, Iowa, 2018, page. 87,88. [Consult 02 may 2021]. Available in:  
<https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=7720&context=etd>
8. ADEBISI, S. *A preliminary literature survey study for launching concrete manufacture with recycled materials in north Cyprus; state of the art on concrete made with recycled glass, bricks and pvc* [on line]. Thesis to obtain the professional title of civil engineering. Near East University, Nicosia, 2015, page. 76,77,78. [Consult 02 may 2021]. Available in:  
<http://docs.neu.edu.tr/library/6349076481.pdf>
9. TAMANNA, K. *Mechanical properties of rubberized concrete containing recycled concrete aggregate and propylene fiber* [on line]. Thesis to obtain the professional title of civil engineering. The University of British Columbia, Okanagan, 2018, page. 107,108. [Consult 02 may 2021]. Available in:  
<https://open.library.ubc.ca/cIRcle/collections/ubctheses/24/items/1.0375818>

10. SANCHEZ, J., GUERREO, F., CERNA, R. Y GONZALES, K, 2018. Ladrillo ecológico elaborado con papel reciclado: Costo y propiedades físico-mecánicas. En: *Conocimiento para el desarrollo* [en línea]. Disponible en: <https://revista.usanpedro.edu.pe/index.php/CPD/article/view/339>
11. MARCO MORALES, R Y LEON TELLEZ, H. *Ladrillo con adición de PET* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad de Santander, Colombia, 2017, pág.35,36. [Consulta 02 mayo 2021]. Disponible en: <http://www.unilibre.edu.co/bogota/pdfs/2017/5sim/39D.pdf>
12. GARECA, M, 2020. Nuevo material sustentable: ladrillos ecológicos a base de residuos inorgánicos. *Rev. Cien. Tec.In* [en línea]. Chuquisaca, v.18 n.21, pp.10 [Consulta 04 mayo 2021]. ISSN:2225-8787 Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2225-87872020000100003](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2225-87872020000100003)
13. MORENO, Y, 2015. Nuevo material sustentable: diseño de concreto estructural adicionando ladrillo desperdicio. *Rev. Cien. Tec.In* [en línea], pág. 49. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2709/42982.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
14. NORMA TECNICA PERUANA 399.604:2002 revisado el 2015. Unidades de albañilería del ladrillo del concreto, pág.5. Disponible en : [https://kupdf.net/download/norma-tecnica-peruana-ntp-399604-2002\\_59efca8908bbc537369d180e\\_pdf](https://kupdf.net/download/norma-tecnica-peruana-ntp-399604-2002_59efca8908bbc537369d180e_pdf)
15. NORMA TECNICA PERUANA E0.70 de albañearía. . *Rev. Cien. Tec.In* [en línea], pág. 13. Disponible en : <https://www.ici.edu.pe/brochure/normas/Norma%20E.070%20alba%C3%B1ileria.pdf>
16. NORMA TECNICA PERUANA E0.70 de albañearía. . *Rev. Cien. Tec.In* [en línea], pág. 16. Disponible en : <https://www.ici.edu.pe/brochure/normas/Norma%20E.070%20alba%C3%B1ileria.pdf>
17. NORMA TECNICA PERUANA E0.70 de albañearía. . *Rev. Cien. Tec.In* [en línea], pág. 18. Disponible en :

<https://www.ici.edu.pe/brochure/normas/Norma%20E.070%20alba%C3%B1ileria.pdf>

18. LLIQUE MONDRAGON, R. *Ladrillo de concreto con plástico PET reciclado* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, pág. 54. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%C3%83%C2%81STICO%20PET%20ORECICLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
19. LLIQUE MONDRAGON, R. *Ladrillo de concreto con plástico PET reciclado* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, pág. 54. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%C3%83%C2%81STICO%20PET%20ORECICLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
20. LLIQUE MONDRAGON, R. *Ladrillo de concreto con plástico PET reciclado* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, pág. 37. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%C3%83%C2%81STICO%20PET%20ORECICLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
21. LLIQUE MONDRAGON, R. *Ladrillo de concreto con plástico PET reciclado* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, pág. 54. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%C3%83%C2%81STICO%20PET%20ORECICLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
22. LOAYZA SAAVEDRA, J Y MOSTACERO NUREÑA, B. *Adición del tereftalato de polietileno (PET) en las propiedades físicas y mecánicas en un*

- bloque de concreto, Trujillo, 2020* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, 2020, pág. 41. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61794/Loayza\\_SJM-Mostacero\\_NBS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61794/Loayza_SJM-Mostacero_NBS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
23. MONTERO PRETELL, J Y SALINAS MARCOS, A. *Efecto de la fibra del plástico reciclado (PET) sobre la resistencia a compresión y absorción del ladrillo de concreto, Trujillo, 2019*[en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, 2019, pág. 39. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46116/Montero\\_PJA-Salinas\\_MAE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46116/Montero_PJA-Salinas_MAE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
24. NORMA TECNICA PERUANA 399.601:2006 revisado el 2015. Unidades de albañilería del ladrillo del concreto, pág. 9. Disponible en :  
<https://pdfcookie.com/documents/ntp-399601-j267qwe4wjl4>
25. MONTERO PRETELL, J Y SALINAS MARCOS, A. *Efecto de la fibra del plástico reciclado (PET) sobre la resistencia a compresión y absorción del ladrillo de concreto, Trujillo, 2019*[en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, 2019, pág. 40. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46116/Montero\\_PJA-Salinas\\_MAE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46116/Montero_PJA-Salinas_MAE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
26. LOAYZA SAAVEDRA, J Y MOSTACERO NUREÑA, B. *Adición del tereftalato de polietileno (PET) en las propiedades físicas y mecánicas en un bloque de concreto, Trujillo, 2020* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, 2020, pág. 43. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61794/Loayza\\_SJM-Mostacero\\_NBS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61794/Loayza_SJM-Mostacero_NBS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
27. HERNANDEZ SAMPIERI, ROBERTO, 2014. *Metodología de la investigación*. Sexta edición. México D.F: McGRAW-HILL. V978-1-4562-2396-0. Disponible en:

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

28. LLIQUE MONDRAGON, R. *Ladrillo de concreto con plástico PET reciclado* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, pág. 54. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%C3%83%C2%81STICO%20PET%20ORECICLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
29. LLIQUE MONDRAGON, R. *Ladrillo de concreto con plástico PET reciclado* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, pág. 55. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%C3%83%C2%81STICO%20PET%20ORECICLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
30. NORMA TECNICA PERUANA E0.70 de albañearía. . *Rev. Cien. Tec.In* [en línea], pág. 19. Disponible en :  
<https://www.ici.edu.pe/brochure/normas/Norma%20E.070%20alba%C3%B1ileria.pdf>
31. LLIQUE MONDRAGON, R. *Ladrillo de concreto con plástico PET reciclado* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, pág. 60,61,62. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%C3%83%C2%81STICO%20PET%20ORECICLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
32. LLIQUE MONDRAGON, R. *Ladrillo de concreto con plástico PET reciclado* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, pág. 61. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:

- <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%C3%83%C2%81STICO%20PET%20RECICLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
33. LLIQUE MONDRAGON, R. *Ladrillo de concreto con plástico PET reciclado* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, pág. 63. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%C3%83%C2%81STICO%20PET%20RECICLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
34. LLIQUE MONDRAGON, R. *Ladrillo de concreto con plástico PET reciclado* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, pág. 50. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%C3%83%C2%81STICO%20PET%20RECICLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
35. LLIQUE MONDRAGON, R. *Ladrillo de concreto con plástico PET reciclado* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, pág. 66. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%C3%83%C2%81STICO%20PET%20RECICLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
36. NORMA TECNICA PERUANA 399.604:2002 revisado el 2015. Unidades de albañilería del ladrillo del concreto, pág.14,15. Disponible en :  
[https://kupdf.net/download/norma-tecnica-peruana-ntp-399604-2002\\_59efca8908bbc537369d180e\\_pdf](https://kupdf.net/download/norma-tecnica-peruana-ntp-399604-2002_59efca8908bbc537369d180e_pdf)
37. LLIQUE MONDRAGON, R. *Ladrillo de concreto con plástico PET reciclado* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, pág. 67. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%C3%83%C2%81STICO%20PET%20ORECICLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

38. LLIQUE MONDRAGON, R. *Ladrillo de concreto con plástico PET reciclado* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, pág. 68. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1501/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%C3%83%C2%81STICO%20PET%20ORECICLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

39. GUILLEN VALLE, O Y VALDERRAMA MENDOZA, S. *Guía para elaborar la tesis universitaria* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Cesar Vallejo, Lurigancho, 2013, pág. 85,86. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:

[https://www.academia.edu/37024919/GU%C3%8DA\\_PARA\\_ELABORAR\\_LA\\_TESIS\\_UNIVERSITARIA\\_ESCUELA\\_DE\\_POSGRADO](https://www.academia.edu/37024919/GU%C3%8DA_PARA_ELABORAR_LA_TESIS_UNIVERSITARIA_ESCUELA_DE_POSGRADO)

40. GUILLEN VALLE, O Y VALDERRAMA MENDOZA, S. *Guía para elaborar la tesis universitaria* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Cesar Vallejo, Lurigancho, 2013, pág. 86. [Consulta 04 mayo 2021]. Disponible en:

[https://www.academia.edu/37024919/GU%C3%8DA\\_PARA\\_ELABORAR\\_LA\\_TESIS\\_UNIVERSITARIA\\_ESCUELA\\_DE\\_POSGRADO](https://www.academia.edu/37024919/GU%C3%8DA_PARA_ELABORAR_LA_TESIS_UNIVERSITARIA_ESCUELA_DE_POSGRADO)

# **ANEXOS**

## Anexo N°1: Matriz de consistencia

Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico f'c 140 kg/cm <sup>2</sup> adicionando ladrillo reciclado y PET, Comas 2021					
Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Dimensión Independientes	Indicadores Independientes	
Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico f'c 140 kg/cm <sup>2</sup> adicionando ladrillo reciclado y PET, Comas 2021	Adicionando ladrillo reciclado y fibras PET se obtendrá un ladrillo ecológico que cumpla con la norma E070	Reciclado de ladrillo de arcilla	Determinar las propiedades físicas del ladrillo de arcilla	Granulometria	Ensayos de laboratorio
				Peso específico (kg/cm <sup>3</sup> )	
				Peso unitario (kg/cm <sup>3</sup> )	
		Contenido de humedad (%)			
		Porcentaje de adición	9%,13% y 17%	Balanza calibrada	
		Reciclado de fibra PET	Determinar las propiedades físicas del plastico pet	Granulometria	Ensayos de laboratorio
				Peso específico (kg/cm <sup>3</sup> )	
		Agregados	Determinar las propiedades físicas de los agregados	Granulometria	Ensayos de laboratorio
				Peso específico (kg/cm <sup>3</sup> )	
Peso unitario (kg/cm <sup>3</sup> )					
Contenido de humedad (%)					
Objetivo Especifico	Hipótesis Especifico	Variable Dependiente	Dimensión Dependientes	Indicadores Dependientes	
Determinar las propiedades mecánicas en unidades de ladrillo ecológico adicionando ladrillo reciclado y fibra PET 0%,10%(9%-1%),15%(13%-2%),20%(17%-3%).	Con la adición de ladrillo reciclado y plástico de fibra PET cumplan con las exigencias a las propiedades mecánicas en unidades para elaboración de un ladrillo ecológico	Propiedades físicas y mecánicas en las unidades de ladrillo ecológico	Ensayo de dimensionamiento, alabeo y absorción.	Dimensionamiento (mm)	Ensayos de laboratorio
				Alabeo (mm)	
			Absorción (%)		
Ensayo de compresión en las unidades de ladrillo ecológico con la elaboración de ladrillo reciclado y fibra PET reciclado en las proporciones de 0%,10%(9%-1%),15%(13%-2%),20%(17%-3%).	F'b(kg/cm <sup>2</sup> )				
Determinar las propiedades mecánicas en pilas de albañilería, de ladrillo ecológico con la adición de ladrillo reciclado y fibra PET 0%,10%(9%-1%),15%(13%-2%),20%(17%-3%).	Con la adición de ladrillo reciclado y plástico de fibra PET, cumplan con las exigencias a las propiedades mecánicas en pilas de albañilería	Propiedades mecánicas en pilas de albañilería de ladrillo ecológico	Ensayo de compresión axial en pilas de albañilería de ladrillo ecológico con la elaboración de ladrillo reciclado y fibra PET reciclado en las proporciones de 0%,10%(9%-1%),15%(13%-2%),20%(17%-3%).	F'm(kg/cm <sup>2</sup> )	Ensayos de laboratorio

Fuente: Elaboración propia

## Anexo N°2: Matriz operacional

Matriz operacional						
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Metodología	
Variable independiente			Dimensión Independientes	Indicadores Independientes		
Reciclado de ladrillo de arcilla	Los distintos tipos de ladrillos están elaborados con tierra arcillosa, comprimida, moldeada y sometido a cocción, por su buen manejo puede ser utilizado en la construcción.	Se usará el ladrillo reciclado como un remplazante al agregado fino, al momento de la elaboración del ladrillo ecológico, que estará compuesto por cemento, arena, PET, piedra y agua, los cuales utilizaremos los porcentajes 9%,13% y 17%, para después hacer los ensayos necesarios	Determinar las propiedades físicas del ladrillo de arcilla	Granulometría	Tipo de investigación	
				Peso específico (kg/cm3)		Aplicada
				Peso unitario (kg/cm3)	Nivel de investigación	
				Contenido de humedad (%)		Explicativa
Reciclado de fibra pet	Los plásticos PET como mayormente son conocidos polietileno tereftalato o polietileno tereftalato, los cuales se encuentra en bebidas, textiles y embaces.	Se utilizara fibras de PET de distintas dimensiones remplazando al agregado fino, al momento de la elaboración, los cuales utilizaremos porcentajes de 1%,2% y 3%, para luego hacer los ensayos correspondientes	Determinar las propiedades físicas del plastico PET	Absorción (%)	Enfoque	
				9%,13% y 17%		Cuantitativo
				Granulometría		
Agregados	Los agregados pueden tener desde partículas pequeñas hasta pedazos de piedra, que al juntarse con el cemento más agua, podemos elaborar el concreto de acuerdo a la resistencia.	Deben determinar las propiedades físicas de los agregados fino, agregado grueso (confitillo), según como estipula la norma peruana NTP 400.037, cuyos valores deben cumplir los estándares	Determinar las propiedades físicas de los agregados	Peso específico (kg/cm3)	Población	
				1%,2% y 3%		38 unidades de ensayos de ladrillo ecológico
				Granulometría		
				Peso unitario (kg/cm3)		
				Contenido de humedad (%)		
Absorción (%)						
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Metodología	
Variable dependiente			Dimensión dependientes	Indicadores dependientes		
Propiedades físicas y mecánicas en las unidades de ladrillo ecológico	Los ladrillos ecológicos cuentan con una propiedad física de soportar altas temperaturas sin poder sufrir un daño y cuentan con aislamiento térmico que permite la trasferencia de calor.	En las propiedades físicas en unidades de ladrillo se determina dimensionamiento, alabeo y absorción a cuatro unidades por distintos tipos de ladrillo, de los porcentajes 0% que es ladrillo patrón y 10%(9%-1%),15%(13%-2%),20%(17%-3%) que contiene ladrillo reciclado y fibra PET, Los cual debe cumplir con la norma E070	Ensayo de dimensionamiento, alabeo y absorción.	Dimensionamiento (mm)	Muestra	
				Alabeo (mm)		38 unidades de ensayos de ladrillo ecológico
				Absorción (%)	Muestreo	
Propiedades mecánicas en pilas de albañilería de ladrillo ecológico	Las propiedades mecánicas es cuando un elemento de ladrillo cuenta con una carga y se aplica una fuerza.	En las propiedades mecánicas en unidades de ladrillo se determina la resistencia a compresión de seis unidades por distintos tipos de ladrillo, de los porcentajes 0% que es ladrillo patrón y 10%(9%-1%),15%(12%-3%),20%(14%-6%) que contiene ladrillo reciclado y fibra PET, Los cual debe cumplir con la norma E070	Ensayo de compresión en las unidades de ladrillo ecológico con la elaboración de ladrillo reciclado y fibra PET reciclado en las proporciones de 0%,10%(9%-1%),15%(13%-2%),20%(17%-3%).	F' b(kg/cm2)	Instrumentos	
Propiedades mecánicas en pilas de albañilería de ladrillo ecológico	Pilas en albañilería están compuestas de dos a más ladrillos, asentados en forma horizontal de uno sobre otro.	Los ensayos para pilas de albañilería se elaborarán por distintos tipos de ladrillo que realicemos, lo cual tendremos 02 pilas por ensayo no menor de 40 cm para medir la resistencia a la compresión axial	Ensayo de compresión axial en pilas de albañilería de ladrillo ecológico con la elaboración de ladrillo reciclado y fibra PET reciclado en las proporciones de 0%,10%(9%-1%),15%(13%-2%),20%(17%-3%).	F' m(kg/cm2)	Formatos de ensayos	

Fuente: Elaboración propia

# **Resultados de Laboratorio**

# Anexo N°3: Diseño de mezcla $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

### Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Asociado por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

Expediente N° : 21-2351-1 Pág. 2 de 3

### 2.0 DISEÑO DE MEZCLA FINAL ( $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ ) CEMENTO SCL Tipo I

#### 2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación		$f'c = 140$	$\text{Kg/cm}^2$
Asentamiento		$0^* - 1^*$	
Relación a/c de diseño		0.48	
Relación a/c de obra		0.47	
Proporciones de diseño		1	: 3.37 : 0.23
Proporciones de obra		1	: 3.42 : 0.23

#### 2.2 CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR $\text{m}^3$ DE CONCRETO

CEMENTO SCL Tipo I	454	Kg.
ARENA GRUESA	1532	Kg.
CONFITILLO	106	Kg.
AGUA de RED PUBLICA	218	L.

#### 2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR $\text{m}^3$ DE CONCRETO EN OBRA

CEMENTO SCL Tipo I	454	Kg.
ARENA GRUESA	1552	Kg.
CONFITILLO	106	Kg.
AGUA de RED PUBLICA	211	L.

#### 2.4 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

CEMENTO SCL Tipo I	42.50	Kg.
ARENA GRUESA	145.19	Kg.
CONFITILLO	9.96	Kg.
AGUA de RED PUBLICA	19.79	L.

#### 2.5 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones		<b>CEMENTO SCL</b>	<b>ARENA</b>	<b>CONFITILLO</b>
Agua		1	2.83	0.23
		19.79	L/bolsa	

#### 3.0 OBSERVACIONES:

- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- 2) Hacer bandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

Hecho por : Mg. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sr. M.M.T./E.G.V./O.R.

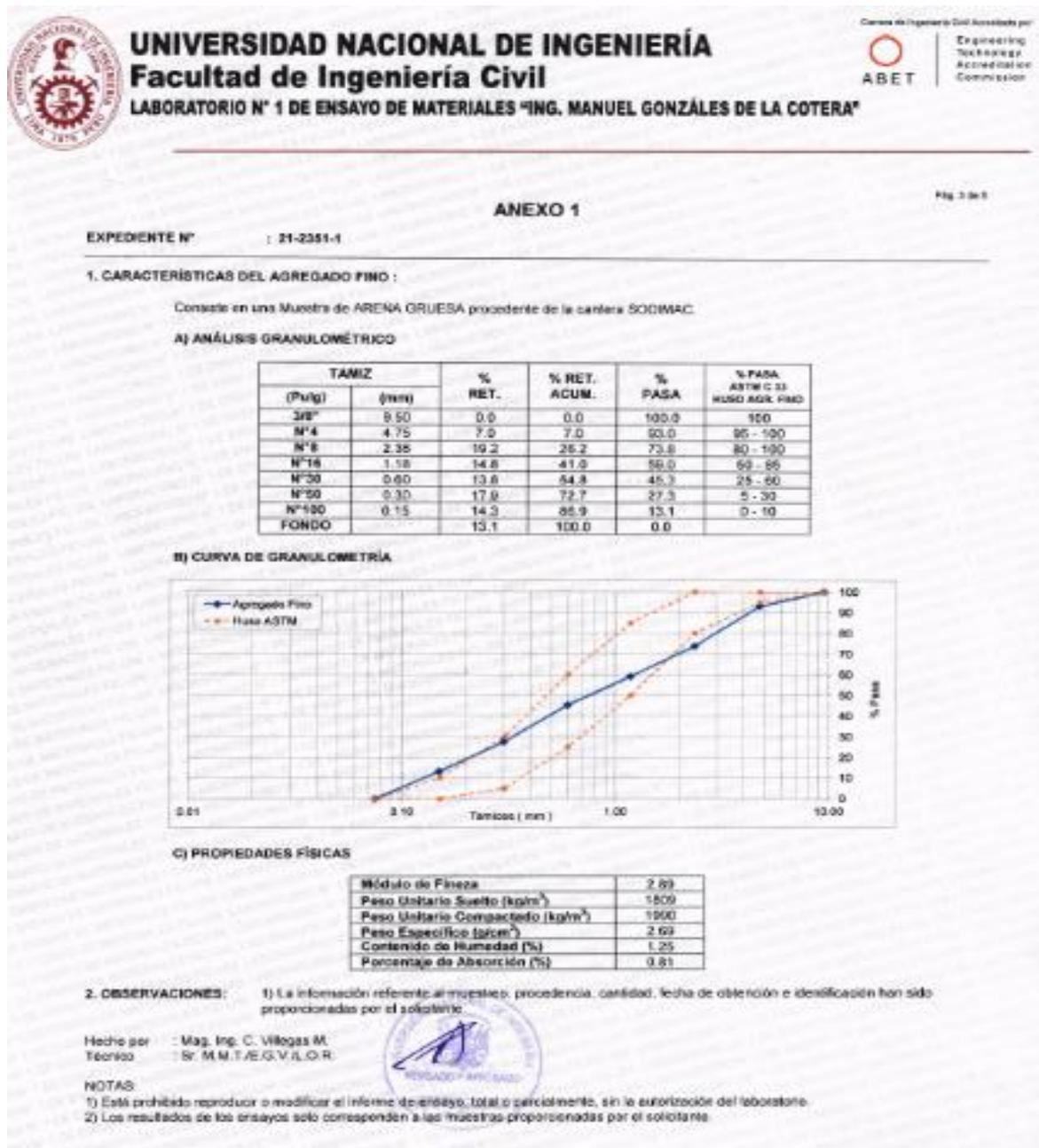
  
**Rafael Cacho Huaman**  
 Jefe (a) del Laboratorio



**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo N°4: Granulometría del agregado fino



## Anexo N°5: Granulometría del agregado grueso (confitillo)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Correa de Ingeniería Civil homologada por  
 ABET  
 Engineering  
 Technicians  
 Accreditation  
 Commission

---

**ANEXO 2** Pág. 4 de 5

EXPEDIENTE N° : 21-2381-1

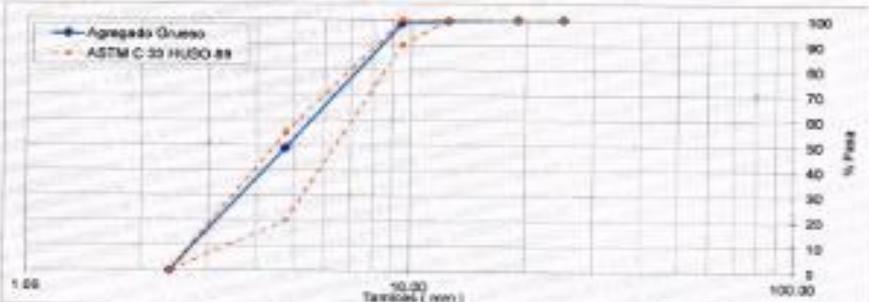
**1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO :**

Consiste en una Muestra de CONFITILLO procedente de la cantera LIMA.

**A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA ASTM C 33 HUSO 88
(Pulg)	(mm)				
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	100
1/2"	12.50	0.4	0.4	99.6	100
3/8"	9.50	1.0	1.5	98.6	90 - 100
N°4	4.75	49.6	51.3	48.7	20 - 55
FONDO		2.7	100.0	0.0	

**B) CURVA DE GRANULOMETRÍA**



**C) PROPIEDADES FÍSICAS**

Módulo de Fineza	4.92
Peso Unitario Suelto (k/m <sup>3</sup> )	1531
Peso Unitario Compactado (k/m <sup>3</sup> )	1718
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.64
Contenido de Humedad (%)	0.56
Porcentaje de Absorción (%)	0.80

**2. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. M.M.T./E.G.V./L.O.R.

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.




# Anexo N°6: Granulometría global



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carretera de Ingeniería CIVIL Perú  
 **ABET**  
 Ingeniería  
 Terciaria  
 Accredited  
 Colombia

---

**ANEXO 3** Pág. 5 de 5

**EXPEDIENTE N° : 21-2351-1**

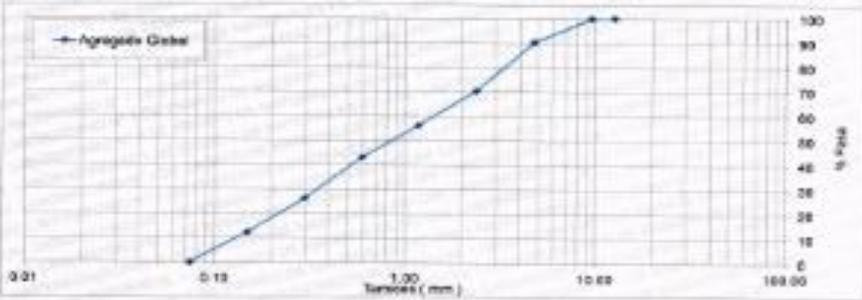
**1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GLOBAL :**

Consiste en una combinación de ARENA GRUEZA procedente de la cantera SOCMAC y CONKITILLO procedente de la cantera LIMA.

**A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA
(Pulg)	(mm)			
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.1	0.1	99.9
N°4	4.75	9.8	9.9	90.1
N°8	2.36	19.9	29.7	70.3
N°16	1.18	14.1	43.9	56.1
N°30	0.60	13.0	50.8	43.2
N°60	0.30	16.9	73.7	26.3
N°100	0.15	13.9	87.0	12.4
FONDO		12.4	100.0	0.0

**B) CURVA DE GRANULOMETRÍA**



**C) PROPIEDADES FÍSICAS**

Tamaño Nominal Máximo	3/8"
Módulo de Fineza	3.02
% Agregado Grueso	6.46
% Agregado Fino	93.54

**2. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestrero, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. M.M.T./E.G.V.A./O.R.

**NOTAS**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.




# Anexo N°7: Granulometría de la Fibra PET



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA\***

Centro de Ingeniería Civil acreditado por



Engineering  
 Technology  
 Accreditation  
 Commission

---

### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : LUGGUI ALARCON REATEGUI  
 Obra : TESIS  
 Asunto : Ensayo de Granulometría en Agregados  
 Expediente N° : 21-2361-3  
 Recibo N° : 79952  
 Fecha de emisión : 03/12/2021

---

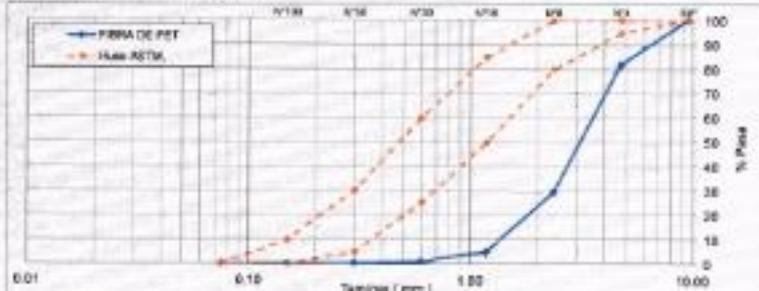
1. DE LA MUESTRA : FIBRA DE PET, proporcionada por el solicitante.  
 2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 400 012 2018.  
 Procedimiento interno AT-PR-24.  
 3. RESULTADOS :

3.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		%RET	%RET ACUM.	% PASA	% PASA ASTM C 29 HUSSO AGR. FINO
(Pulg)	(mm)				
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	18.0	18.0	82.0	95 - 100
N°8	2.36	62.7	70.8	29.4	80 - 100
N°16	1.18	24.4	95.0	5.0	50 - 85
N°30	0.60	4.0	99.0	1.0	25 - 60
N°50	0.30	0.8	99.7	0.3	5 - 30
N°100	0.15	0.1	99.8	0.2	0 - 10
FONDO		0.2	100.0	0.0	0

MODULO DE FINURA : 4.82

3.2. CURVA GRANULOMÉTRICA



4. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. T. M. T.




Ing. Rafael Caceres Huaman  
 Jefe (a) del laboratorio

NOTAS:  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

# Anexo N°8: Granulometría del ladrillo triturado rococho



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Comisión Ingeniería Civil Acreditada por



---

## INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : LUDGILI ALARCON REATEGUI  
**Otra** : TESIS  
**Asunto** : Ensayo de Granulometría en Agregados  
**Expediente N°** : 21-2351-2  
**Recibo N°** : 78882  
**Fecha de emisión** : 02/12/2021

---

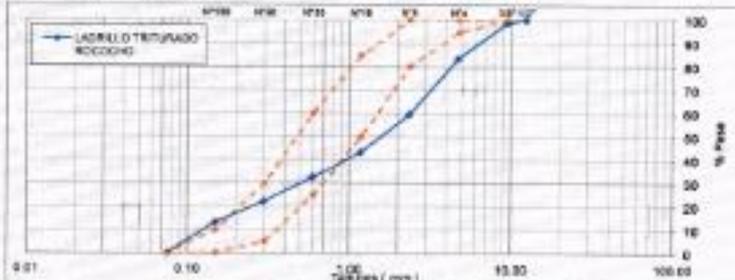
**1. DE LA MUESTRA** : LADRILLO TRITURADO ROCOCHO, procedente de la ladrillera ROCOCHO LIMA.  
**2. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 400.012-2016, Procedimiento interno AT-PR-24.  
**3. RESULTADOS** :

**3.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ		%RET	%RET ACUM.	% PASA	% PASA ASTM C 33 (USO AGR. FINO)
(Pulg)	(mm)				
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	100
3/8"	9.50	1.4	1.4	98.6	100
N°4	4.75	15.2	16.6	83.4	95 - 100
N°8	2.36	24.1	40.7	69.3	80 - 100
N°16	1.18	16.2	56.9	43.2	50 - 65
N°30	0.60	10.6	67.4	32.6	25 - 50
N°50	0.30	10.4	77.8	22.2	5 - 30
N°100	0.15	9.0	86.8	13.2	0 - 10
FONDO		13.2	100.0	0.0	0

MÓDULO DE FINURA : 3.49

**3.2. CURVA GRANULOMÉTRICA**



**4. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al material, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. T. M. T.




Ing. Rafael Cacho Plasman  
 Jefe (a) del Laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Se ha permitido reproducir o reeditar el informe de ensayo, total o parcialmente, en la autorización del solicitante.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo N°9: Variación de dimensionamiento del patrón



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES 'ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA'**

Servicio de Ingeniería Civil Acreditado por  
**ABET** | Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : LUIGGUI ALARCON REATEGUI  
**Obra** : TESIS: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO 140 kg/m<sup>3</sup> ADICIONANDO LADRILLO RECICLADO Y PET, COMAS 2021"  
**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Dimensionamiento en Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 21-2351-17  
**Recibo N°** : 75952  
**Fecha de emisión** : 07/12/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de concreto elaborados en el LEM, los materiales fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

**2.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015.  
Procedimiento interno AT-PR-04.

**3.0. DIMENSIONAMIENTO** : Fecha de ensayo el 26 de Noviembre del 2021

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)		
	LARGO	ANCHO	ALTO
DP1 (0%)	21.7	13.1	6.7
DP1 (0%)	21.8	13.1	6.8
DP1 (0%)	21.8	13.1	6.7
DP1 (0%)	21.7	13.0	6.8
DP1 (0%)	21.8	13.0	6.7
PROMEDIO	21.8	13.0	6.7

**4.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sr. E.G.V./C.G.A.

DIGITADO POR: C.V.M.



  
Ing. Rafael Cachay Huamán  
Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo N°10: Ensayo de absorción patrón

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil</b> <b>LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"</b>	Caro de Ingeniería Civil Acreditado por  ABET Engineering Technology Accreditation Commission										
<b>INFORME</b>												
<b>Del</b>	: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales											
<b>A</b>	: LUGGUI ALARCON REATEGUI											
<b>Obra</b>	: TESIS: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO 140 kg/cm <sup>2</sup> ADICIONANDO LADRILLO RECICLADO Y PET, COMAS 2021"											
<b>Ubicación</b>	: LIMA											
<b>Asunto</b>	: Ensayo de Absorción de 24 horas en Unidades de Albañilería											
<b>Expediente N°</b>	: 21-2351-12											
<b>Recibo N°</b>	: 75952											
<b>Fecha de emisión</b>	: 02/12/2021											
<hr/>												
<b>1.0. DE LA MUESTRA</b>	: Ladrillos de concreto elaborados en el LEM, los materiales fueron proporcionados e identificados por el solicitante.											
<b>2.0. MÉTODO DEL ENSAYO</b>	: Norma de referencia NTP 399.804:2002 Revisada el 2015. Procedimiento interno AT-PR-02.											
<b>3.0. CONDICIONES AMBIENTALES</b>	: Temperatura de saturación = 25.2 °C H.R. = 67.2%											
<b>4.0. RESULTADOS</b>	: Fecha de ensayo el 26 de Noviembre del 2021											
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"><thead><tr><th>MUESTRA</th><th>ABSORCIÓN 24H (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>DP1 (0%)</td><td>9.2</td></tr><tr><td>DP2 (0%)</td><td>8.7</td></tr><tr><td>DP3 (0%)</td><td>8.0</td></tr><tr><td>Promedio</td><td>8.6</td></tr></tbody></table>		MUESTRA	ABSORCIÓN 24H (%)	DP1 (0%)	9.2	DP2 (0%)	8.7	DP3 (0%)	8.0	Promedio	8.6
MUESTRA	ABSORCIÓN 24H (%)											
DP1 (0%)	9.2											
DP2 (0%)	8.7											
DP3 (0%)	8.0											
Promedio	8.6											
<b>5.0. OBSERVACIONES :</b>	1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.											
<b>Hecho por</b>	: Mag. Ing. C. Villegas M.											
<b>Técnico</b>	: Sr. E.G.V./C.G.A.											
<b>DIGITALIZADO POR</b>	: C.V.M.											
		 Ing. Rafael Cachay Huamán Jefe (e) del laboratorio										
<b>NOTAS:</b>	1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio. 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.											

## Anexo N°11: Ensayo de absorción patrón



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Comisión de Ingeniería Civil Normalizada por  
  
**ABET**  
Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

### INFORME

<b>Del</b>	: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
<b>A</b>	: LUIGUI ALARCON REATEGUI
<b>Obra</b>	: TESIS: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL
<b>Ubicación</b>	: LIMA
<b>Asunto</b>	: Ensayo de Absorción de 24 horas en Unidades de Albañilería
<b>Expediente N°</b>	: 21-2351-13
<b>Recibo N°</b>	: 75952
<b>Fecha de emisión</b>	: 02/12/2021

---

<b>1.0. DE LA MUESTRA</b>	: Ladrillos de concreto elaborados en el LEM, los materiales fueron proporcionados e identificados por el solicitante.
<b>2.0. MÉTODO DEL ENSAYO</b>	: Norma de referencia NTP 399.804.2002 Revisada el 2015, Procedimiento interno AT-PR-02.
<b>3.0. CONDICIONES AMBIENTALES</b>	: Temperatura de saturación = 25.2 °C H.R. = 67.2%
<b>4.0. RESULTADOS</b>	: Fecha de ensayo el 26 de Noviembre del 2021

MUESTRA	ABSORCIÓN 24H (%)
DP + (10%)	11.1
DP + (10%)	14.6
DP + (10%)	11.0
Promedio	12.2

**5.0. OBSERVACIONES :** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sr. E.G.V.J.C.G.A.  
DICTADO POR: C.V.M.

  
  
Ing. Rafael Cochay Huamán  
Jefe (a) del laboratorio

**NOTAS:**

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo N°12: Ensayo de absorción en 15%

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil</b> <b>LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES 'ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA'</b>	<small>Colegio de Ingenieros Civil Autorizado por</small>  <small>Engineering Technology Accreditation Commission</small>										
<b>INFORME</b>												
<b>Del</b>	: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales											
<b>A</b>	: LUIGGUI ALARCON REATEGUI											
<b>Obra</b>	: TESIS: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO 140 kg/cm <sup>2</sup> ADICIONANDO LADRILLO RECICLADO Y PET, COMAS 2021"											
<b>Ubicación</b>	: LIMA											
<b>Asunto</b>	: Ensayo de Absorción de 24 horas en Unidades de Albañilería											
<b>Expediente N°</b>	: 21-2361-14											
<b>Recibo N°</b>	: 76852											
<b>Fecha de emisión</b>	: 02/12/2021											
<hr/>												
<b>1.0. DE LA MUESTRA</b>	: Ladrillos de concreto elaborados en el LEM, los materiales fueron proporcionados e identificados por el solicitante.											
<b>2.0. MÉTODO DEL ENSAYO</b>	: Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015. Procedimiento interno AT-PR-02.											
<b>3.0. CONDICIONES AMBIENTALES</b>	: Temperatura de saturación = 25.2 °C H.R. = 67.2%											
<b>4.0. RESULTADOS</b>	: Fecha de ensayo el 26 de Noviembre del 2021											
	<table border="1"><thead><tr><th>MUESTRA</th><th>ABSORCIÓN 24H (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>DP + (15%)</td><td>6.7</td></tr><tr><td>DP + (15%)</td><td>10.4</td></tr><tr><td>DP + (15%)</td><td>9.3</td></tr><tr><td>Promedio</td><td>8.8</td></tr></tbody></table>	MUESTRA	ABSORCIÓN 24H (%)	DP + (15%)	6.7	DP + (15%)	10.4	DP + (15%)	9.3	Promedio	8.8	
MUESTRA	ABSORCIÓN 24H (%)											
DP + (15%)	6.7											
DP + (15%)	10.4											
DP + (15%)	9.3											
Promedio	8.8											
<b>5.0. OBSERVACIONES :</b>	1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.											
<b>Hecho por</b>	: Mag. Ing. C. Villegas M											
<b>Técnico</b>	: Sr. E.G.V./C.G.A.											
<b>DICTADO POR</b>	: C.V.M											
		 Ing. Rafael Cachay Huamán Jefe (a) del laboratorio										
<b>NOTAS:</b>	1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio. 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.											

## Anexo N°13: Ensayo de absorción en 20%



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  


---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : LUIGUI ALARCON REATEGUI  
**Obra** : TESIS: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO 140 kg/cm<sup>3</sup> ADICIONANDO LADRILLO RECICLADO Y PET, COMAS 2021"  
**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Absorción de 24 horas en Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 21-2351-15  
**Recibo N°** : 75952  
**Fecha de emisión** : 02/12/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de concreto elaborados en el LEM, los materiales fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

**2.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.804:2002 Revisada al 2015. Procedimiento interno AT-PR-02.

**3.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura de saturación = 25.2 °C H.R. = 67.2%

**4.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo el 04 de Diciembre del 2021

MUESTRA	ABSORCIÓN 24H (%)
DP + (20%)	11.4
DP + (20%)	11.7
DP + (20%)	12.1
<b>Promedio</b>	<b>11.7</b>

**5.0. OBSERVACIONES :** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sr. E.G.V.J.C.G.A.  
DICTADO POR: C.V.M.



Ing. Rafael Cachay Huamán  
Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos sólo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo N°14: Ensayo de alabeo patrón



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**



---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : LUIGUI ALARCON REATEGUI  
**Obra** : TESIS: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO 140 kg/cm<sup>2</sup> ADICIONANDO LADRILLO RECICLADO Y PET, COMAS 2021"

**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Alabeo en Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 21-2351-16  
**Recibo N°** : 75952  
**Fecha de emisión** : 07/12/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de concreto elaborados en el LEM, los materiales fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

**2.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.613:2017.  
 Procedimiento interno AT-PR-05.

**3.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo el 26 de Noviembre del 2021

MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
DP1 (0%)	2
DP1 (0%)	1
DP1 (0%)	2
DP1 (0%)	2
DP1 (0%)	1
DP1 (0%)	2
DP1 (0%)	2
DP1 (0%)	1
DP1 (0%)	1
DP1 (0%)	1

**4.0. OBSERVACIONES :** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

**Hecho por** : Mag. Ing. C. Villegas M.  
**Técnico** : Sr. E.G.V./C.G.A.

**DIRIGIDO POR** : C.V.M.




Ing. Rafael Cuchay Huamán  
Jefe (a) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo N°15: Resistencia a compresión en unidades patrón



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

#### Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería del Acordado por



---

### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : LUIGUI ALARCON REATEGUI  
 Obra : TESIS: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO 140 kg/cm<sup>3</sup> ADICIONANDO LADRILLO RECICLADO Y PET, COMAS 2021"

Ubicación : LIMA  
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería  
 Expediente N° : 21-2351-4  
 Recibo N° : 75952  
 Fecha de emisión : 07/12/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de concreto elaborados en el LEM, los materiales fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de calibración: CMC-04B-2021

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.604.  
 Procedimiento interno AT-PR-09.

**4.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura de almacenamiento = 22.2 °C H.R. = 69.3 %

**5.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo, 30 de Noviembre del 2021

MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
DP1 (14 DÍAS)	21.7	13.1	6.7	284.3	32400	114.0
DP2 (14 DÍAS)	21.8	13.1	6.6	285.6	30200	106.7
DP3 (14 DÍAS)	21.7	13.1	6.7	284.3	29600	104.8

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. E.G.V./C.G.A.  
 Copiado : C.V.M.




Ing. Rafael Cacho Huamán  
 Jefe (e) del Laboratorio

**NOTAS**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos sólo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo N°16: Resistencia a compresión en unidades patrón



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carretera de Ingeniería Una Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : LUIGUI ALARCON REATEGUI  
**Obra** : TESIS: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO 140 kg/cm<sup>2</sup> ADICIONANDO LADRILLO RECICLADO Y PET, COMAS 2021"

**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 21-2351-5  
**Recibo N°** : 75952  
**Fecha de emisión** : 07/12/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de concreto elaborados en el LEM, los materiales fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de calibración: CMC-049-2021

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.504.  
 Procedimiento interno AT-PR-09.

**4.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura de almacenamiento = 22.2 °C H.R. = 69.3 %

**5.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo, 07 de Diciembre del 2021

MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
DP1 (21 DÍAS)	22.0	13.3	8.7	292.6	43100	147.3
DP2 (21 DÍAS)	21.9	13.1	8.6	286.9	41200	143.6
DP3 (21 DÍAS)	21.7	13.1	8.6	284.3	39900	140.3

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

**Hecho por** : Mag. Ing. C. Villegas M.  
**Técnico** : Sr. E.G.V./C.G.A.  
**Dibujado** : C.V.H.




Ing. Rafael Cachay Huamán  
Jefe (e) del Laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo N°17: Resistencia a compresión en unidades en 10%



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Comité de Ingeniería Civil Acreditado por  
 Engineering  
 Technology  
 Accreditation  
 Commission

---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : LUISGUI ALARCON REATEGUI  
**Obra** : TESIS: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO 140 kg/cm<sup>2</sup> ADICIONANDO LADRILLO RECICLADO Y PET, COMAS 2021"  
**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 21-2351-6  
**Recibo N°** : 75962  
**Fecha de emisión** : 07/12/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de concreto elaborados en el LEM, los materiales fueron proporcionados e identificados por el solicitante.  
**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de calibración: CMC-049-2021  
**3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.804.  
 Procedimiento interno AT-PR-09.  
**4.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura de almacenamiento = 22.2 °C H.R. = 69.3 %  
**5.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo, 30 de Noviembre del 2021

MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
DP + 10% (14 DÍAS)	21.8	13.0	6.8	283.4	28400	100.2
DP + 10% (14 DÍAS)	21.8	13.0	6.7	284.7	28600	93.4
DP + 10% (14 DÍAS)	21.8	13.0	6.8	283.4	27200	96.0

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. E.G.V./C.G.A.  
 Doble : C.V.M.




Ing. Rafael Cochay Huaman  
Jefe (a) del Laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo N°18: Resistencia a compresión en unidades en 10%



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por  
 Engineering Technology Accreditation Commission

---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : LUIGGUI ALARCON REATEGUI  
**Obra** : TESIS: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO 140 kg/cm<sup>2</sup> ADICIONANDO LADRILLO RECICLADO Y PET, COMAS 2021"  
**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 21-2351-7  
**Recibo N°** : 75952  
**Fecha de emisión** : 07/12/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de concreto elaborados en el LEM, los materiales fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHD  
 Certificado de calibración: CMC-049-2021

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.604,  
 Procedimiento interno AT-PR-09.

**4.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura de almacenamiento = 22.2 °C H.R. = 69.3 %

**5.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo, 07 de Diciembre del 2021

MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
DP + 10% (21 DÍAS)	21.8	13.3	8.7	289.9	32400	111.8
DP + 10% (21 DÍAS)	22.0	13.3	8.7	292.6	33200	113.5
DP + 10% (21 DÍAS)	21.8	13.2	9.0	289.1	31200	107.9

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. E.G.V./C.G.A.  
 Director : C.V.M.




Ing. Rafael Cachay Huamán  
 Jefe (c) del Laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo N°19: Resistencia a compresión en unidades en 15%

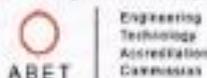


# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Center of Excellence Civil Accredited by



---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : LUIGGUI ALARCON REATEGUI  
**Obra** : TESIS: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO 140 kg/cm<sup>2</sup> ADICIONANDO LADRILLO RECICLADO Y PET, COMAS 2021"

**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 21-2351-8  
**Recibo N°** : 75952  
**Fecha de emisión** : 07/12/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de concreto elaborados en el LEM, los materiales fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de calibración: CMC-049-2021

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.804.  
 Procedimiento interno AT-PR-09.

**4.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura de almacenamiento = 22.2 °C H.R. = 60.3 %

**5.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo, 30 de Noviembre del 2021

MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
DP + 15% (14 DÍAS)	21.9	13.0	8.9	204.7	20100	70.6
DP + 15% (14 DÍAS)	21.8	13.0	8.8	203.4	22000	77.8
DP + 15% (14 DÍAS)	21.8	13.1	8.9	205.0	21200	74.2

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. E.G.V./C.G.A.  
 Creador : C.V.M.




Ing. Rafael Cachay Huamán  
 Jefe (n) del Laboratorio

**NOTAS**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo N°20: Resistencia a compresión en unidades en 15%



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Asociado al



---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : LUIGUI ALARCON REATEGUI  
**Obra** : TESIS: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO 140 kg/cm<sup>2</sup> ADICIONANDO LADRILLO RECICLADO Y PET, COMAS 2021"

**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 21-2351-9  
**Recibo N°** : 75952  
**Fecha de emisión** : 07/12/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de concreto elaborados en el LEM, los materiales fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de calibración: CMC-049-2021

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.604.  
 Procedimiento interno AT-PR-09.

**4.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura de almacenamiento = 22.2 °C H.R. = 69.3 %

**5.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo, 07 de Diciembre del 2021

MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
DP + 15% (21 DÍAS)	21.8	13.4	8.9	252.1	30003	102.7
DP + 15% (21 DÍAS)	21.7	13.4	8.9	250.8	25200	100.4
DP + 15% (21 DÍAS)	21.8	13.3	8.9	259.9	26450	98.0

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

**Hecho por** : Mag. Ing. C. Villegas M.  
**Técnico** : Sr. E.G.V./C.G.A.  
**Digiteo** : C.V.M.




Ing. Rafael Cachay Huamán  
Jefe (e) del Laboratorio

**NOTAS**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos sólo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo N°21: Resistencia a compresión en unidades en 20%



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por



---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : LUIGUI ALARCON REATEGUI  
**Obra** : TESIS: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO 140 kg/cm<sup>2</sup> ADICIONANDO LADRILLO RECICLADO Y PET, COMAS 2021"

**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 21-2351-10  
**Recibo N°** : 75952  
**Fecha de emisión** : 07/12/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de concreto elaborados en el LEM, los materiales fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de calibración: CMC-049-2021

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.604.  
 Procedimiento interno AT-PR-09.

**4.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura de almacenamiento = 22.2 °C H.R. = 69.3 %

**5.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo, 02 de Diciembre del 2021

MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
DP + 20% (14 DÍAS)	21.9	13.3	8.7	291.3	19609	68.0
DP + 20% (14 DÍAS)	22.0	13.2	8.7	290.4	17600	60.6
DP + 20% (14 DÍAS)	21.9	13.2	8.8	289.1	18800	65.0

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. E.G.V./C.G.A.  
 Digniter : C.V.M.





Ing. Rafael Cachay Huamán  
 Jefe (e) del Laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de cualquier forma o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo N°22: Resistencia a compresión en unidades en 20%



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por  
 Engineering  
 Technology  
 Accreditation  
 Commission

---

### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : LUIGUI ALARCON REATEGUI  
 Obra : TESIS: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO 140 kg/cm<sup>2</sup> ADICIONANDO LADRILLO RECICLADO Y PET, COMAS 2021"

Ubicación : LIMA  
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería  
 Expediente N° : 21-2351-11  
 Recibo N° : 75952  
 Fecha de emisión : 09/12/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de concreto elaborados en el LEM, los materiales fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de calibración: CMC-049-2021

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.604.  
 Procedimiento interno AT-PR-09.

**4.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura de almacenamiento = 22.2 °C H.R. = 69,3 %

**5.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo, 09 de Diciembre del 2021

MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
DP + 20% (21 DÍAS)	21.8	13.4	8.7	232.1	23400	80.1
DP + 20% (21 DÍAS)	21.7	13.4	8.7	230.8	24800	84.8
DP + 20% (21 DÍAS)	21.9	13.2	8.8	239.1	26800	92.7

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. E.G.V./C.G.A.  
 Director : C.V.M.




Ing. Rafael Cañay Huamán  
 Jefe (c) del Laboratorio

**NOTAS**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo N°23: Resistencia a compresión en pilas en 0%

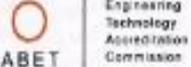


# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carretera de Ingeniería Civil Acreditada por



---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : LUIGGUI ALARCON REATEGUI  
**Obra** : TESIS: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO 140 kg/cm² ADICIONANDO LADRILLO RECICLADO Y PET, COMAS 2021"  
**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 21-2351-18  
**Recibo N°** : 74281  
**Fecha de emisión** : 15/12/2021

---

**1.0. DE LA PILAS** : Pilas construidas con ladrillos ecológicos elaborados en el LEM, diseño patrón (0%).

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de calibración CMC-049-2021

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.605.2018.  
 Procedimiento interno AT-PR-08.

**4.0. RESULTADOS** :

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AREA BRUTA (Kg/cm²)	TIPO DE FALLA
		LARGO	ANCHO	ALTURA					
PILA (0%)	13/12/2021	22.2	13.2	42.7	293	14800	1.03	55.1	Separación del frente superficial
PILA (0%)	13/12/2021	22.2	13.3	42.6	296	16200	1.03	57.0	Separación del frente superficial

**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

**Hecho por Técnico** : Mag. Ing. C. Villegas M  
 : C.G.A./E.G.V.



Ing. Rafael Cachay Huamán  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo N°24: Resistencia a compresión en pilas en 10%

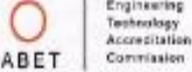


# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carretera de Ingeniería Civil Autorizada por



---

### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : LUIGGUI ALARCON REATEGUI  
 Obra : TESIS: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO 140 kg/cm² ADICIONANDO LADRILLO RECICLADO Y PET, COMAS 2021"  
 Ubicación : LIMA  
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería  
 Expediente N° : 21-2351-19  
 Recibo N° : 74251  
 Fecha de emisión : 15/12/2021

---

**1.0. DE LA PILAS** : Pilas construidas con ladrillos ecologicos elaborados en el LEM, diseño patrón + (10%).

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de calibración CMC-049-2021

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.505:2018.  
 Procedimiento interno AT-PR-08.

**4.0. RESULTADOS** :

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ÁREA BRUTA (Kg/cm²)	TIPO DE FALLA
		LARGO	ANCHO	ALTURA					
PILA (10%)	13/12/2021	22.3	13.2	42.6	294	14200	1.09	52.6	Separación del frente superficial
PILA (10%)	13/12/2021	22.3	13.2	42.4	294	11600	1.09	42.9	Separación del frente superficial

**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 : C.G.A.E.G.V.

  
 Ing. Rafael Cachay Huamán  
 Jefe (a) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está permitido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos sólo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo N°25: Resistencia a compresión en pilas en 15%

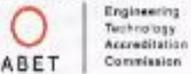


# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por



---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : LUIGGUI ALARCON REATEGUI  
**Obra** : TESIS: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO 140 kg/cm² ADICIONANDO LADRILLO RECICLADO Y PET, COMAS 2021"  
**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 21-2351-20  
**Recibo N°** : 74261  
**Fecha de emisión** : 15/12/2021

---

**1.0. DE LA PILAS** : Pilas construidas con ladrillos ecológicos elaborados en el LEM, diseño patrón + (15%).

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de calibración CMC-049-2021

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.605.2018.  
 Procedimiento Interno AT-PR-08.

**4.0. RESULTADOS** :

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AREA BRUTA (Kg/cm²)	TIPO DE FALLA
		LARGO	ANCHO	ALTURA					
PLA (15%)	13/12/2021	22.1	13.3	42.5	294	11030	1.09	40.7	Separación del frente superficial
PLA (15%)	13/12/2021	22.1	13.2	42.4	292	12600	1.09	47.0	Separación del frente superficial

**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

**Hecho por Técnico** : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 : C.G.A./E.G.V.



Ing. Rafael Cachay Huamán  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo N°26: Resistencia a compresión en pilas en 20%



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

### LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por



---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : LUIGGUI ALARCON REATEGUI  
**Obra** : TESIS: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO 140 kg/cm<sup>2</sup> ADICIONANDO LADRILLO RECICLADO Y PET, COMAS 2021"  
**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 21-2361-21  
**Recibo N°** : 74261  
**Fecha de emisión** : 15/12/2021

---

**1.0. DE LA PILAS** : Pilas construidas con ladrillos ecológicos elaborados en el LEM, diseño patrón + (20%).  
**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHU  
 Certificado de calibración CMC-049-2021  
**3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.605.2018.  
 Procedimiento interno AT-PR-08.  
**4.0. RESULTADOS** :

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ÁREA BRUTA (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
		LARGO	ANCHO	ALTURA					
PILA (20%)	13/12/2021	22.1	13.3	42.3	294	9500	1.09	35.1	Separación del frente superficial
PILA (20%)	13/12/2021	22.1	13.2	42.2	292	12000	1.09	44.7	Separación del frente superficial

**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

**Hecho por Técnico** : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 : C.G.A./E.G.V.





Ing. Rafael Cachay Huamán  
Jefe (a) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo N°26: Panel Fotográfico



Ladrillo rococho adquirido de la cantera ROCOCHOS LIMA.



Picado del ladrillo rococho para remplazar en la arena gruesa



Pesando el total a utilizar de la fibra PET



Pesado de la fibra PET para las distintas proporciones



Pesado del ladrillo rococho para las distintas proporciones



Molde para la elaboración de los ladrillos en las proporciones 0%,10%15% y 20%



Elaboración de los ladrillos en distintas proporciones 0%,10%15% y 20%

Ensayo a compresión en pilas de las proporciones 0%,10%15% y 20%

