



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis de las propiedades mecánicas de muros tipo sogá construidos con material PET,  
Lima 2019

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

**AUTORES:**

Guevara Chávez, Jhonatan (ORCID: 0000-0003-2228-9629)  
Osorio Córdova, Esmith Emerson (ORCID: 0000-0001-7337-6138)

**ASESOR:**

Mg. Casusol Ibérico, German Fernando (ORCID: 0000-0001-7143-5026)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico - Estructural

**LIMA - PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

Es dedicada en primer lugar a Dios, ya que él es nuestra fuente de vida y gracias a él se pudo llegar al final de esta etapa de nuestra vida.

También dedicamos a esas personas que nos ayudaron de manera incondicional y tener el orgullo de dedicar este trabajo de finalización de estudios a nuestros padres queridos que nos apoyaron económicamente y motivándonos a seguir adelante con lo propuesto en este trabajo.

## **Agradecimiento**

A Dios por acompañarnos en todo momento, gracias a esas personas que nos ayudaron de manera incondicional, en especial a nuestros padres por demostrarnos su valor de progresar en la vida, inculcandonos con principios y valores para cumplir nuestras metas, finalmente a mi asesor de tesis Ing. Casusol Ibérico German Fernando, por su apoyo para la elaboración del trabajo de investigación, gracias a todos y por todo.

## Índice

<b>Página de jurado</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>ii</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>iii</b>
<b>Declaratoria de autenticidad</b> .....	<b>iv</b>
<b>Índice</b> .....	<b>v</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de tablas</b> .....	<b>viii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. MÉTODO</b> .....	<b>48</b>
<b>2.1. Tipo y Diseño de investigación</b> .....	<b>48</b>
<b>2.2. Operacionalización de variables</b> .....	<b>50</b>
<b>2.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad</b> .....	<b>55</b>
<b>2.5. Procedimiento</b> .....	<b>58</b>
<b>2.6. Método de análisis de datos</b> .....	<b>59</b>
<b>2.7. Aspectos éticos</b> .....	<b>60</b>
<b>III. RESULTADOS</b> .....	<b>61</b>
<b>IV. DISCUSIÓN</b> .....	<b>98</b>
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>100</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>102</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>108</b>

## Índice de figuras

Figura N° 1: Simbología PET grabada en botellas de plástico.....	10
Figura N° 2: Planta de reciclaje.....	16
Figura N° 3: Unidades de Albañilería Tipo PET.....	20
Figura N° 4: Elaboración de mampostería reforzado. ....	23
Figura N° 5: Elaboración de muros de mampostería de ladrillo. ....	23
Figura N° 6: Relación Volumen-Espesor-Resistencia.....	26
Figura N° 7: Pila para prueba en compresión.....	29
Figura N° 8: Ensayo a compresión de pilas.....	31
Figura N° 9: Ensayo de compresión de prismas.....	31
Figura N° 10: Muestra de mortero sometido cargas de compresión. ....	36
Figura N° 11: Muestra de murete para ensayo de compresión diagonal. ....	37
Figura N° 12: Tipos de fallas en muretes de mampostería sujetos a compresión diagonal.....	38
Figura N° 13: Compresión diagonal de muretes (28 días). ....	42
Figura N° 14: Suelo de la zona.....	61
Figura N° 15: Sistema Unificado de Clasificación SUCS-ASTM D2487.....	63
Figura N° 16: Curva Granulométrica. ....	64
Figura N° 17: % de Partículas en el Suelo.....	65
Figura N° 18: Curva granulométrica de la Arena.....	67
Figura N° 19: Muestras de mortero.....	69
Figura N° 20: Resistencia a compresión del mortero.....	70
Figura N° 21: Coca Cola - 500ml.....	71
Figura N° 22: Recolección de botellas.....	71
Figura N° 23: Llenado y compactacion de botellas.....	72
Figura N° 24: Unidades de albañilería tipo PET.....	72
Figura N° 25: Ensayo de compresión en unidades de albañilería. ....	76
Figura N° 26: Pilas de unidades de ladrillo.....	81
Figura N° 27: Unidades que conforman una pila.....	82
Figura N° 28: Pilas a 28 días de curado.....	82
Figura N° 29: Ensayo a compresión axial de pilas.....	83
Figura N° 30: Ensayo de resistencia a compresión de muestras de pilas kg/cm <sup>2</sup> . ....	85
Figura N° 31: Ensayo de resistencia a compresión de muestras de pilas kg/cm <sup>2</sup> . ....	87
Figura N° 32: Construcción de muestras de unidades de ladrillo.....	89

Figura N° 33: Asentado de primera hilada de unidades de albañilería PET.....	90
Figura N° 34: Unidades que conforman la primera hilada de murete. ....	91
Figura N° 35: Muretes a 28 días de curado. ....	91
Figura N° 36: Ensayo de resistencia a compresión diagonal de muretes (kg/cm2).....	92
Figura N° 37: Ensayo de resistencia a compresión diagonal kg/cm2.....	94

## Índice de tablas

Tabla N° 1: Propiedades del PET.....	13
Tabla N° 2: Resistencia Característica de la Albañilería Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ).....	20
Tabla N° 3: Resistencia a compresión botella de Coca-Cola 500ml.....	24
Tabla N° 4: Resumen comparativo de Espesor-Volumen-Resistencia. ....	25
Tabla N° 5: Unidades de albañilería para fines estructurales.....	26
Tabla N° 6: Resistencia y característica de la Albañilería-Pilas Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	30
Tabla N° 7: Tipos de Mortero .....	33
Tabla N° 8: Granulometría de la arena gruesa. ....	34
Tabla N° 9: Resistencia y característica de la Albañilería-Muretes Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	40
Tabla N° 10: Operacionalización de variables.....	52
Tabla N° 11: Número de muestras a ensayar según la norma E-070 albañilería. ....	55
Tabla N° 12: Análisis Granulométrico por Tamizado.....	62
Tabla N° 13: Límites de Consistencia.....	62
Tabla N° 14: Porcentaje de Partículas Retenidas. ....	64
Tabla N° 15: Ensayo de granulometría. ....	67
Tabla N° 16: Peso específico de la Arena. ....	68
Tabla N° 17: Diseño de mortero mediante el Método ACI 211.....	68
Tabla N° 18: Resultados de la resistencia a compresión del mortero (kg/cm <sup>2</sup> ).....	70
Tabla N° 19: Resistencia a compresión de unidades tipo PET. ....	73
Tabla N° 20: Desviación estándar de unidades tipo PET.....	73
Tabla N° 21: Densidad de las piezas de Albañilería Tipo PET.....	74
Tabla N° 22: Número de ensayos de muestras de albañilería. ....	75
Tabla N° 23: Resultados del ensayo de compresión axial del ladrillo Tipo “A”. ....	77
Tabla N° 24: Desviación estándar unidad tipo “A”. ....	77
Tabla N° 25: Resultados del ensayo de compresión axial del ladrillo Tipo “B”. ....	78
Tabla N° 26: Desviación estándar en unidad tipo “B”. ....	78
Tabla N° 27: Resultados del ensayo de compresión axial del ladrillo Tipo “C”. ....	79
Tabla N° 28: Desviación estándar unidad tipo “C”.....	79
Tabla N° 29: Resultados de los ensayos y clasificación. ....	80
Tabla N° 30: Datos de compresión axial de pilas con unidades tipo “A” y tipo PET.....	83
Tabla N° 31: Resistencia a compresión axial en % de pilas. ....	84
Tabla N° 32: Datos de compresión axial de pilas con unidades tipo “B” y tipo PET.....	85

Tabla N° 33: Resistencia a compresión axial en % de pilas. ....	86
Tabla N° 34: Datos de compresión axial de pilas con unidades tipo “C” y tipo PET.....	87
Tabla N° 35: Resistencia a compresión axial en % de pilas. ....	87
Tabla N° 36: Datos de compresión diagonal de muretes con unidades tipo “A” y tipo PET.....	92
Tabla N° 37: Comparacion en % de la resistencia a compresion diagonal. ....	93
Tabla N° 38: Datos de compresión diagonal de muretes con unidades tipo “B” y tipo PET.....	94
Tabla N° 39: Comparación en % de la resistencia a compresión diagonal. ....	94
Tabla N° 40: Resistencia Cortante. ....	95



## RESUMEN

Para realizar el siguiente trabajo investigación que consta en analizar las propiedades mecánicas de muros de soga contruidos con material PET Lima, 2019; se procedió a realizar ensayos de muestras de pilas y muretes según lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente en la norma técnica E-070 de albañilería. Para realizar la construcciones de muros de albañilería empleando unidades tipo PET, se realiza en primer lugar los ensayos de las unidades de albañilería, que estará compuesta por un envase de Coca-Cola con un volumen de 500ml, que fue reforzada con material de relleno (CL-Arcilla de baja plasticidad) y compactada para mejorar sus propiedades mecánicas, estas unidades de albañilería tipo PET se ensayaron a compresión para ser empleadas en las muestras de pilas y muretes para su utilización en la construcciones de muros. Además, se realizó el estudio del suelo con el que se reforzará la botella, se logró determinar su granulometría, su límite líquido y su límite plástico, y por último su índice de plasticidad. En segundo lugar, se realizó la construcción de muestras de pilas conformadas por las unidades de albañilería tipo PET que se ensayó a esfuerzos de compresión axial y se comparó si cumple con los parámetros establecidos en la norma de albañilería E-070, para posteriormente ser empleados en la construcción de muros que cumplan las características estructurales garantizando la seguridad y confort de una vivienda. Si bien cierto en las grandes construcciones no se podría emplear las unidades de albañilería PET, porque en estas construcciones se busca reducir los tiempos de construcción y los empresarios buscan a toda costa ganar dinero terminando sus proyectos en tiempos más reducidos, por ello nuestro proyecto apunta a las construcciones de viviendas rurales, donde la calidad de vida de muchas personas es precaria, sufriendo las inclemencias del variado clima.

Por último, los muros son estructuras de vital importancia en un sistema de construcción de albañilería confinada, además que nuestro país se encuentra ubicado en el cinturón de fuego del pacífico, una zona propensa a actividad sísmica que se debe considerar en cualquier estructura, por ello en este trabajo de pregrado se ensayaron muestras de muretes a compresión diagonal con el objetivo de determinar el esfuerzo a corte que resisten los muros contruidos a partir de unidades de albañilería tipo PET.

**Palabras clave:** Pilas, Muretes, Unidades tipo PET, Albañilería confinada.

## ABSTRACT

To perform the following research work consisting in analyzing the mechanical properties of walls constructed rope PET material Lima, 2019; we proceeded to perform sampling of batteries and muretes tests as set out in the National Building Regulations, specifically in the E-070 masonry. To make the construction of masonry employing units PET type, is performed first tests masonry units, which will comprise a container of Coca-Cola with a volume of 500ml which was reinforced with fillers ( CL-Low plasticity clay) and compacted to improve its mechanical properties, these masonry units PET type were tested in compression to be used in batteries and muretes samples for subsequent use in building walls. Further, the study of the floor with which the bottle was made reinforced, were able to determine its granulometry, its liquid limit and the plastic limit, and finally its plasticity index. Secondly, the construction was made sample cell formed by the masonry units type PET was tested to tensile axial compression and compared if they meet the parameters established in standard masonry E-070, to subsequently be used in the construction of walls that meet the structural features ensuring the safety and comfort of a home.

Finally, the walls are structures of vital importance in a building system confined masonry, besides our country is located in the fire belt of the Pacific, an area prone to seismic activity that should be considered in any structure, thereby in this work undergraduate muretes samples they were tested for compression diagonal in order to determine the cutting effort must resist our wall constructed from masonry units PET type.

**Keywords:** Batteries, Walls, PET units, Confined masonry.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **Realidad problemática**

El crecimiento de la contaminación a gran escala por la sobreproducción de plásticos es un problema severo en todo el planeta, ya que la gran mayoría van a parar a ríos y océanos. Estos plásticos en su 40% son utilizados para diversos envases, que se consumen una sola vez y son tirados como desechos sólidos.

Según en una etapa en la que la utilización de plástico esta en una relación de cinco billones de bolsas de plástico anual y en botellas son millones de plásticos que es comprado por minuto. El promedio de 70% son dirigidos al medio ambiente o a vertederos y 13 millones a más son dirigidos hacia el mar cada año”, expresó Leo Heileman, el portavoz regional del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente para América Latina y el Caribe (PNUMA).

La contaminación ambiental constituida nuestro país, lamentablemente se ha incrementado a pasos agigantados, mientras que su manejo se ha visto estancado. La mayor parte de la contaminación se presenta en las grandes ciudades, por ejemplo, en muchos distritos de la ciudad de lima la basura presente en la calle es abundante. Si bien es cierto que el reciclaje en la ciudad se ha visto incrementado, porque la mayoría de las personas encontraron ingresos económicos en dicha actividad de reciclaje, pero no es suficiente para reducir la presencia de residuos que generan problemas ambientales debido a su complejo proceso de descomposición, que pueden durar hasta varios años. Los residuos que más abundan en la actualidad son aquellos que son desechables inmediatamente después de ser consumido, un ejemplo de esto sería los envases de las bebidas gaseosas carbonatadas y los plásticos en general, por ello que hemos visto la oportunidad de sacar provecho de los materiales reciclados tipo PET.

Las causas que generan estos problemas son múltiples, en la actualidad la construcción civil, es una de las actividades que más desarrollo trae a las sociedades del mundo, ya que, gracias a ella se realizan diversos proyectos de ingeniería civil, obras de edificaciones, carretera, obras hidráulicas, etc. y todo esto es gracias a demanda del gran crecimiento de la sociedad de los últimos tiempos.

De acuerdo al INEI (2018), nos dice, “El estudio realizado sobre los materiales con que se construyen los muros perimetrales de las viviendas en el Perú, se concluyó que, el 53.1% de los muros perimetrales o exteriores estaban compuestos de unidades de albañilería

(ladrillo) o bloques contruidos a base de cemento; el 32.6% eran de adobe y tapial, 8.4% a base de madera, 1.5% con carrizo y barro (quincha) y el 4.4% son contruidos empleando materiales como: la piedra, el carrizo, etc. ” (pág.507).

En cuanto más aumente la población del mundo, mayor será la necesidad de satisfacer sus necesidades, ya que lo seres humanos somos potentes consumidores de recursos y generadores de desechos, lo que traerá consigo un aumento de la generación de residuos sólidos. En el presente estudio buscamos sacarles provecho a los residuos tipo PET que la ONU (2018), “estas abundan en nuestro medio y estudiarlos para emplearlos como nuevos materiales de construcción de viviendas rurales que cumplan las características estructurales de una edificación.

Según el INEI (2018), menciona lo siguiente, “En los años 40, el Perú contaba con la mayor parte de su población habitando en el área rural, abarcando exactamente el 64.6% de la población, para el año 2017 ya en pleno siglo XXI la población nacional ascendió a 4.7 veces la población de los 40, a su vez el porcentaje de la población que vive en el área rural fue disminuyendo hasta llegar a un 17.6%, ocurre lo contrario con la población del área urbana que fue aumentando, ahora se registra un 82.4% que vive en la urbe” (pág.505).

Como podemos ver, tenemos población que se beneficiara con el uso de botellas en la construcción de viviendas.

Por otro lado, crecimiento de la construcción y la sociedad, traen consigo problemas para el medio ambiente, en el primer caso las grandes construcciones usan inmensos volúmenes de materiales naturales no renovables, en estos están presentes en mayor cantidad los áridos, además, la cantidad de energía que consumen para cumplir sus objetivos son elevadísimos; degradando cada vez nuestro medio ambiente y generando gran cantidad de desperdicios que no son tratados ni reutilizados adecuadamente; en el segundo caso, en cuanto más aumenta la población, aumentará más el consumismo de recursos lo que genera mayores residuos que muy pocos son reciclados o reutilizables.

Frente a este problema hemos planteado evaluar los materiales reciclados tipo PET, sometidos a esfuerzos mecánicos de compresión, esfuerzos horizontales y estabilidad del muro; con el objetivo de construir muros tipo soga cambiando las unidades de albañilería usados tradicionalmente por botellas recicladas rellenas y compactadas con tierra, unidas con juntas horizontales y verticales con el mortero tradicional, siempre y cuando cumplan con las características estructurales. Con este aporte estaremos beneficiando tanto al medio

ambiente como aquellas personas que no pueden acceder a construir una vivienda, por motivo de los elevados costos de los materiales de construcción.

### **Antecedentes**

Con la necesidad de recabar información sobre las variables de investigación, se ha revisado algunos trabajos realizados por diferentes profesionales referentes al tema de estudio, consultando diferentes universidades con el fin de conocer sus resultados obtenidos mediante su investigación.

### **Antecedentes Nacionales**

Paz (2014), en su tesis “Análisis de la determinación de las propiedades físico y mecánicas de ladrillos elaborados con plástico reciclado”, planteó en uno de sus objetivos analizar las propiedades tanto físicas como mecánicas de unidades de albañilería construidos a base de diferentes plásticos reciclados. La tesis infiere que los ensayos realizados para cumplir con lo planteado en el objetivo infiere lo siguiente: tomando en cuenta los parámetros establecidos en las Normas Técnicas Peruanas, las unidades de albañilería con plástico presentan bajos porcentajes de absorción de agua, con un promedio de absorción de 0.29%, por otro lado, el ladrillo al ser ensayado con esfuerzos de flexión la unidad rompe a 45°soportando una carga promedio de 831312.88Pa de lo que se concluye que la unidad con plástico es resistente a la rotura, además los ensayos de compresión horizontal y vertical arrojan resultados de 212.6 kgf/cm<sup>2</sup> y 239 kgf/cm<sup>2</sup> respectivamente; de estos ensayos se clasifica a la unidad con plástico como un material frágil de acuerdo al análisis de esfuerzo deformación.

Quevedo (2017), en su tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental “Influencia de las unidades de albañilería tipo PET sobre las características técnicas y económicas de viviendas ecológicas para la zona de expansión del distrito de Nuevo Chimbote, Áncash”, planteo como finalidad establecer como influye las piezas de ladrillos compuestos con un envase PET relleno de tierra en la construcción de viviendas ecológicas para determinar la ventajas económicas y proceso de construcción, en el distrito de chimbote región de Ancash. La investigación deduce que los ensayos de laboratorio dan como resultado las propiedades de densidad y resistencia a compresión axial de la pieza de albañilería PET, arrojando valores de 1.56 gr/cm<sup>3</sup> y 15.74 kg/cm<sup>2</sup>. Además se ensayo

muestras de pilas y muretes para determinar sus densidades, compresión axial en pilas y compresión diagonal en muretes (corte), llegando a los siguientes resultados en cada uno de los casos: 2.65 gr/cm<sup>3</sup>, 42 kg/cm<sup>2</sup> (pilas) y 2.01 g/cm<sup>3</sup>, 5 kg/cm<sup>2</sup> (muretes), con estos valores los muros construidos con PET están cumpliendo con los parámetros de la Norma Itintec.

Aliaga (2018), en su tesis “Evaluación técnica de la mezcla de concreto con pet Reciclable, para la producción de ladrillo de concreto Compuesto en la construcción”, planteó como objetivo analizar en qué medida la evaluación del ladrillo de concreto con PET, permitirá la producción como material compuesto en la construcción. La tesis infiere que se realizaron ensayos de absorción y succión de unidades de ladrillos de concreto con PET y se determinó el cumplimiento con lo establecido en la norma de albañilería E.070. Los resultados de absorción de la unidad es de un 4.12% que se encuentra en el rango establecido en la norma que pone como límite de absorción un 12%, por otro lado del ensayo de succión se obtuvo como valor 15 g(200cm<sup>2</sup>-min), estando en el rango impuesto por la norma que recomienda estar dentro los límites de 10 y 20 g (200cm<sup>2</sup>-min), por consiguiente se concluye que las unidades de albañilería de concreto con material PET presenta buenas características de absorción y succión para ser empleado en la construcción de muros de viviendas.

Tueros y López (2016), en su trabajo de grado “Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto no estructurales con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% curados por inmersión y comparados con un bloque de concreto patrón”, planteó como objetivo realizar una evaluación donde se compare las propiedades físicas y mecánicas de un bloque concreto donde se sustituye los agregados como la arena y piedra (pétreos) por porcentajes de partículas de PET en 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% que se curaron por sumersión en agua, con un bloque de concreto tradicional. La tesis infiere que en el análisis para cotejar la resistencia a compresión axial del concreto agregando partículas de PET en peso de porcentajes de 0.5%, 1.0%, 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5%, 4.0% y 5.0%, el porcentaje de PET agregado a la mezcla para reemplazar a los áridos que mejores propiedades mecánicas ha desempeñado es 1.5%, por que los resultados de compresión obtenidos en los ensayos a los 28 días están en los parámetros establecidos en la Norma.

Reyes (2015), en su artículo científico, “El PET como sistema alternativo para la construcción de muros en la vivienda” planteó como objetivo comprobar que el material PET se puede reutilizar como un sistema constructivo. Concluyó que se puede construir una vivienda con muros de PET, por lo cual podrá tener un confort térmico durante el año semifrío seco, será económica, y no se necesitaría de una mano calificada por lo cual se puede elaborar con la participación de toda la familia.

Jaimes, Grimaldo y Eudomilia (2018), en su tesis titulada “Módulo de vivienda con material reciclable en la ciudad de Huánuco” planteó como objetivo construir una vivienda con paneles a base de botellas plásticas recicladas, empezando desde los cimientos corridos, seguido de los sobrecimientos y los muros de albañilería terminando con la parte del techado de la vivienda. La tesis concluye que los envases empleados para la construcción de muros son botellas de agua rellenas con tierra, ya que en los ensayos de compresión axial la unidad tipo PET presenta buen desempeño, el proceso de construcción se realiza uniendo las unidades PET a una distancia de 4cm una de otra, y se refuerza con el amarrado entre columnas con fibra de cabuya, alambre o nylon, este proceso de amarre se repite cada tres hiladas hasta alcanzar la altura de muro necesaria, con el amarrado se mejora la estabilidad de los muros.

Montoya y Saldaña (2018), en su tesis de titulación, “Resistencia y rigidez a la flexión de elementos no estructurales reforzado con fibras Tereftalato de polietileno reciclado usada como refuerzo en concreto armado”. Planteó como objetivo determinar la rigidez y resistencia de elementos no estructurales usando fibra de Tereftalato de polietileno reciclado como refuerzo en concreto armado. Concluyó que el refuerzo con fibras PET tuvo un límite elástico de 0.64 % de igual manera en la deformación unitaria del límite elástico calculado en flexión es de 0.1577.

Villegas y Esquivel (2019), en su tesis de titulación, “Evaluación del comportamiento ante cargas laterales cíclicas de muros de adobe no reforzados y muros reforzados con sogas de tereftalato de polietileno reciclado. Planteó como objetivo general determinar el esfuerzo ante cargas laterales cíclicas de muros de adobe no reforzados y muros reforzados con sogas de tereftalato de polietileno reciclado. Concluyó los ensayos de carga lateral cíclica se deduce que estos muros con refuerzo con sogas de tereftalato de polietileno reciclado debe

tener un espaciamiento de 20 cm donde tiene mejor comportamiento ante cargas lateral producidas a comparación de los muros reforzados con un espaciamiento de 30 cm y a su vez mejor es el resultado del esfuerzo de cargas laterales en su plano.

Esteves (2015) ,en su artículo científico, "Muros de botellas descartables de PET para viviendas con conservación de energía y alta inercia térmica interior" planteó como objetivo estudiar las propiedades constructivas y térmicas mediante el uso de botellas PET .Concluyó que este sistema cuentan con varias ventajas, bajo costo de adquisición, La facilidad de transportar y un impacto positivo al medio ambiente que nos ayuda en aspectos importantes , la eliminación de residuos, ahorro energético en la elaboración de otro mampuestos y no la degradación del suelo cuyo capa fértil elimina para determinar como materia prima de los mismos mampuestos.

(Huaman Aguilera, Pintado Velasco, 2019), de la universidad César Vallejo-Perú, en su tesis de pregrado para optar el grado de ingeniero civil "Diseño de una vivienda con muros portantes de botellas plásticas (PET) recicladas en el A.H Micaela Bastidas iv etapa, Mz. B2 Lt. 28, distrito 26 de octubre, Piura-2018" plantea como uno de sus objetivos conocer las propiedades de muros portantes de una vivienda en la región de Piura, construidos empleando envases de botellas (PET), que son reforzadas en su interior con arena para convertirlo en una unidad más rígida y dura. La tesis infiere que los resultados que se obtuvieron de las muestras de unidades rellenas con dos materiales (arena y cemento), empleando dos tipos de envases con volúmenes de 400 ml y 500 ml, se sometieron al equipo de compresión y se determinó la resistencia de la carga que soporta cada envase, los resultados obtenidos son: el envase de 400 ml tiene un resistencia a compresión de 97.55 kg/cm<sup>2</sup>, el segundo envase de 500 ml tiene una resistencia muy parecida a la primera resistiendo 97.08kg/cm<sup>2</sup>.

### **A nivel internacional**

Aguirre y Rodríguez (2016), en su tesis de grado titulada "Diseño y construcción de un módulo de vivienda con botellas recicladas", planteó como objetivo diseñar y construir un módulo de vivienda sostenible a partir de botellas recicladas de plástico. La tesis infiere que el tema de proceso constructivo de un módulo de vivienda hechas de envases recicladas de plástico, logrando contribuir que con solo una vivienda construida se ha prevenido que se vertieran 1,7 toneladas de basura al medio ambiente. Al implementar este proyecto se



solucionara los problemas de las viviendas para las personas de escasos recursos económicos, realizando construcciones por lo menos 100 casas, donde se evitara que se boten basuras un promedio de 170 toneladas, tanto que a este paso masivo de consumo que es realizada hoy en día seria una excelente solución de hacer el uso de los materiales reciclados para el uso en las construcciones de viviendas como eco ladrillos.

Ñurinda y Javier (2016), en su tesis “Diseño y desarrollo experimental de un panel a base de botellas PET, para ser utilizado en construcciones de muros en viviendas 2016”, planteó como objetivo diseñar un panel a base de botellas PET, para ser utilizado en construcciones de viviendas. La tesis infiere que este sistema de panel hecha por botellas, sus características que presentan son excelentes para realizar construcciones de tabiques en viviendas. La mayoría le ayuda el desarrollo del nuevo proceso de construcción, con el comportamiento obtenido donde se realizó el ensayo con el esclerómetro en el espécimen, tenemos comportamientos muy buenas donde también en ensayo realizado al mortero convencional, al realizar esta prueba no destructiva podemos darnos cuenta que las características del plástico es una textura poco adherible con el mortero; al ejecutarlo nos damos cuenta que si adhiere de manera perfecta si tener ningún problema.

González (2019), en su tesis titulado “Construcción con botellas de plástico: análisis y mejora de elementos y sistemas constructivos estructurales”, planteó como objetivo analizar y mejorar el comportamiento mecánico, estructural de los actuales elementos y sistemas constructivos que utilizan botellas de plástico como bloques o ladrillos. La tesis infiere que estas unidades de botellas llenadas con tierra compactada son los mejores resultados obtenidos, las alteraciones son pocas y es capaz de soportar cargas mayores, donde en su rotura es equilibrada a comparación de los demás menos compactada donde estas soportaron mayores cargas, por lo cual sus roturas son descontroladas y de mayor deformación. El inconveniente presentado fue el tiempo que toma en el llenado de las unidades de botellas muy superior al resto.

Camaná (2017), en su proyecto experimental “Análisis comparativo de la resistencia a compresión de una pared con mampostería tradicional vs una pared con mampostería de material reciclado (PET)”, planteó como objetivo analizar y cotejar su resistencia a compresión de una mampostería tradicional vs con la mampostería de material reciclado

botellas (PET). El proyecto infiere que la muestra de mampostería elaboradas con botellas colocadas verticalmente más malla para el confinamiento, cumple con las expectativas ya que es un buen elemento que se podría implementar en la construcción porque su resistencia a compresión es muy alta y su peso es bajo.

Mirque y Amaya (2016), en su tesis de grado titulado “Viabilidad de la construcción de mobiliario urbano con botellas PET de aceite automotriz rellenas de material de excavación”, planteó como objetivo identificar la viabilidad del uso en la construcción de mobiliario urbano de los envases PET para aceite automotriz rellenos de material de excavación, evaluando la resistencia a la compresión máxima de los mismos. La tesis infiere que los datos que se obtuvieron del ensayo de resistencia a compresión según en la norma INV E-410-13, las botellas PET que están rellenas con material de excavación se puede deducir que de las tres posiciones de muestras ensayadas, se puede observar que el mejor resultado a compresión es la posición número dos donde esta hecha con la cara frontal de la botella paralela a la horizontal por lo cual soportó una carga de 80,63 Mpa.

Cuadro y Mesa (2011), en su tesis “Análisis económico de construcción de muros con material reciclado”, planteó hacer un análisis económico de la construcción de muros con material reciclado y observar su comportamiento de resistencia a la compresión. La tesis infiere que se pudo observar que los especímenes llevadas para ser ensayadas en el laboratorio a compresión axial, también se obtuvo esfuerzos en la mampostería donde esta fue comparada, por lo cual se puede ver que sus comportamientos a compresión son iguales, donde el muro de mampostería H-10 soporta una carga de 0.421Mpa y en un muro hechas con material PET se coloca 25 botellas por metro cuadrado para ser construida, donde su carga a compresión es de 0.441Mpa.

Espinoza (2016), en su tesis de Maestría “Caracterización de botellas PET para su uso como elementos constructivos de muros de carga”, planteó como objetivo promover un nuevo plan de sistema a construir que se pueda implementar en las edificaciones de muros de carga que sea rígido, ligero y tiene muy buena resistencia, estas son hechas con materiales de residuos sólidos como son las botellas PET, esta se podrá usar en las construcciones de viviendas adecuadas, teniendo el propósito de reducir los desechos plásticos y llevar una nueva tecnología constructiva y ecológica de bajo costo. La tesis infiere que al realizar la evaluación

de distintos sistemas constructivos se ha seleccionado y podemos deducir que el sistema constructivo que obtuvo mejor nota es el MagPanel con 24.00, por lo tanto, es la mejor que obtuvo buenos resultados analizadas de forma global a comparación de las demás.

Cisne (2013), de la Universidad técnica particular de Loja: Universidad Católica de Loja-Ecuador, en sus tesis de pregrado “Análisis del sistema constructivo con botellas recicladas PET, y su aplicación en el diseño de un centro de exposición y capacitación para la planta de reciclaje de la ciudad de Loja”, se plantea el objetivo para evaluar cómo se comportan los muros hechas con botellas de plástico, realizando el ensayo de compresión axial donde se llega a la conclusión que los muros construidos con botellas PET y realizadas usando mortero poseen mayor resistencia (16.72 kg/cm<sup>2</sup>), a comparación de los construidos con adobe (4.75kg/cm<sup>2</sup>), donde se puede visualizar que el último resulta muy económico y ya obtenidos los datos del laboratorio la resistencia es de (4.75kg/cm<sup>2</sup>), por lo cual estos datos obtenidos está en el promedio de resistencia necesaria para la mampostería de adobe 2 kg/cm<sup>2</sup> según la Norma E.0.80 en las construcciones de paredes de cerramiento.

Valle (2013), en su tesis de titulación, “Utilización de botellas plásticas tipo PET como unidad estructural para mampostería liviana “planteó como objetivo utilizar botellas plásticas tipo PET de tres litros como unidad estructural para mampostería liviana. Concluyó que las unidades estructurales de mampostería mediante botellas PET describen mejores características que los bloques convencionales cuya resistencia a la compresión aumentó a 23.63 kg/cm<sup>2</sup> con relación a las unidades estructurales.

Gamboa, Tarquino y Sánchez, (2015), de la universidad central de ecuador-Ecuador, en su tesis “Bases de diseño para la construcción sostenible con mampostería de ladrillo tipo PET”, plantea como objetivo general realizar los ensayos que permitan determinar las propiedades físicas mecánicas de la mampostería. La tesis infiere llegando a concluir lo siguiente: Este ladrillo tipo Pet es óptimo para las construcciones en albañilería de mampostería donde se ve que su resistencia más alta de la mampostería construida con ladrillo tipo Pet es de 0.63 Mpa donde este elemento se puso clavos, pero en el ensayo a corte es menor 0.21Mpa en las botellas con superficie rugosa donde no es necesario cambiarla por su rugosidad para poder ver como funciona la adherencia del ladrillo pet con el mortero a usar, por ello se concluye que la resistencia son casi iguales en los tres tipos de casos.

## Teorías relacionadas al tema

### Material PET

El plástico pertenece al grupo del tereftalato de polietileno también reconocido con sus siglas en inglés como (PET), que es un tipo de plástico que se usan a gran escala en envases de diversas bebidas, ya sean hidratantes, carbonatadas, agua, aceites, combustibles, bebidas alcohólicas, limpiadores caseros, etc. también se emplea en lo que se refiere a lo textil. Por otro lado, las grandes compañías que procesan el PET y otros pertenecientes a este grupo patentan sus marcas comerciales, por ejemplo: Mylar melinex.

El tereftalato de polietileno, es un tipo de plástico que en la actualidad su uso es muy variado, partiendo desde su empleo en envolturas y bolsas de plástico hasta botellas de bebidas gaseosas y por último ha sido empleado en prendas de vestir, como el poliéster que es un material plástico que se utiliza en la industria textil.

Figura N° 1: Simbología PET grabada en botellas de plástico



Fuente: Elaboración Propia (2019)

### Clasificación

Al hablar del tereftalato de polietileno (PET), debemos saber que, para la fabricación de botellas, bolsas, envoltorios, etc., existen una variada gama de diferentes plásticos para la elaboración de todo tipo de materiales plásticos. Estos plásticos se clasifican en los siguientes grupos:

Según Frías C, Irina I Y Gavilán A. (2003), [...] la clasificación del tereftalato de polietileno se divide en dos ramas, esto en función a su reacción cuando es sometido a

temperaturas que descomponga sus partículas: hablamos de los plásticos termoplásticos y termoestables. Los primeros tienen la particularidad de estar compuestos por partículas lineales con escasos o sin presencia de enlaces entrecruzados, que empiezan a derretirse ante el fuego hasta llegar a fluir y endurecen al enfriarse, pudiendo repetir el proceso numerosas veces. Por otro lado, los plásticos termoestables inicialmente están compuestos moléculas lineales, que por altas temperaturas llegan a formar una red de elementos entrecruzados dando como un producto final más resistente y duro que los mencionados inicialmente (p. 67-68).

- **Plásticos termoplásticos**

Son los plásticos que tienen la característica, de deformarse, arrugarse y derretirse ante la presencia de calor pudiendo tomar diferentes formas e endurecerse luego de enfriarse, pudiendo repetirse estos ciclos de calentamiento y enfriamiento sufriendo mínima degradación, esto gracias a que en los termoplásticos sus macromoléculas son lineales y sus filamentos no llegan a interceptarse cuando se le somete a calor. Estos plásticos también son considerados como plásticos de alto peso molecular. Para determinar esta característica se suma todos los pesos atómicos multiplicados por los elementos que conforman una molécula.

- **Plásticos termoestables:** Estos plásticos a diferencia del anterior, tiene la capacidad, que al someterse a temperaturas altas estos forman una red de filamentos cruzados o tridimensionales que se enlazan para formar un producto más rígido y resistente. La desventaja que tiene este plástico termoestable es que no tiene la capacidad de reutilizarse para ser transformable en otro elemento.

## **Propiedades**

### **Propiedades físicas y químicas**

Cuando hablamos de las propiedades físicas y químicas de los envases plásticos de material PET, nos referimos a los factores y condiciones de producción que garantizan que el material PET presente propiedades mecánicas, ya sean la resistencia a tensión y sus propiedades físicas como, las de actuar como barrera a gases y líquidos, mejorando esta propiedad de barrera con una distribución más uniforme del espesor de sus paredes, por último uno de sus

características físicas están basadas en su alta transparencia, gracias a esto el material PET tiene la capacidad de adquirir diferentes colores, sin embargo su elevada transparencia convertirá a un envase más flexible, debido a que el espesor de sus paredes son mucho más delgadas.

De acuerdo a Beeva et al. (2015) citado en Calvo (2018), El PET es un material termoplástico multifuncional, con un grupo muy variado de propiedades mecánicas: presenta buena resistencia a tensión, al ser impermeable reduce la absorción de la humedad, funciona como buen aislante eléctrico, resistente a la propagación de fracturas, escasa o nula expansión térmica del producto, rigidez y dureza y fuerte ante la radiación solar (p.22).

En otras palabras, una botella de material tipo PET aumenta su resistencia siempre que las paredes del recipiente sean más gruesas; los engrosamientos de estas paredes dependen del líquido que va almacenar el envase, si la botella está destinada a contener un líquido gaseoso que por la presencia de gases ejercen presión en sus paredes estas deben estar diseñadas para soportar esta presión. Mientras tanto, si la botella contendrá a líquidos como agua u otros sin gases, las paredes de la botella suelen ser más delgadas y por ende son de más transparencia.

De acuerdo a Martínez, Hernández, López y Menchaca (2015), gracias a la uniformidad estructural que caracteriza a la unidad PET y debido a la atracción mutua del átomo de oxígeno con (carga negativa) y el carbono (con carga positiva) el PET tiene una gran inclinación a la cristalización, facilitando que la rama de los grupos éster de cadenas cercanas se alinean paralelamente entre ellas dando una forma cristalizada (C-PET). [..].

Las características de las propiedades del PET están estrechamente relacionadas con el rango de cristalinidad, por ello el C-PET, al presentar un color blanco opaco con densidad de 1.38kg/cm<sup>3</sup>, presenta altas propiedades mecánicas como: la dureza, buena resistencia a la abrasión, regular resistencia a la difusión de grietas generados por esfuerzos de tensión; y una baja resistencia cuando es sometido a esfuerzos de impacto.

Por otro lado, también podemos hablar de sus propiedades físicas como: presentar excelente impermeabilidad al agua, gases y cualquier sustancia presente en el medio, como aislante presenta valores medios, sin embargo, son empleados en el aislamiento eléctrico de bobinas de motores. [..].

Mientras tanto, el A-PET por presentar una coloración clara (transparente), con una densidad de 1.33g/cm<sup>3</sup>, se desempeña menos en algunas propiedades mecánicas que el C-PET:

disminuye su rigidez y dureza, sin embargo, presenta mejor resistencia en lo que se refiere a esfuerzos de impacto; su empleo continuo va de temperaturas de -40°C hasta 60°C, [..].

En el tereftalato de polietileno (PET), se producen atracciones de clase dipolo-dipolo que facilitan la formación de estructuras microscópicas de enlaces entrecruzados tipo rollo, que reaccionan separándose cuando son expuestos a un mínimo de calor, generando lo que llamamos estado viscoso elástico, este proceso de atracciones y exposición al calor dan como producto final un material muy transparente que es de elevada impermeabilidad (p.100).

Tabla N° 1: Propiedades del PET

<b>Propiedad</b>	<b>Valor</b>
Viscosidad Intrínseca	0,81 ± 0,02 dl/g
Contenido de Acetaldehído	< 1 ppm
Contenido de humedad	≤ 0,2 %
Temperatura de fusión	245±2 °C
Densidad	1,41 g/cm <sup>3</sup>

Fuente: Tecnología del plástico (2005).

En conclusión, las propiedades del PET dependen en el proceso de enfriamiento, y del grado de cristalinidad del envase, a continuación, se presentan las propiedades del PET:

### **Conductividad térmica**

La conductividad térmica es el calor que un material puede conducir a través de su masa, una de las propiedades más relevantes del PET es que sirve como un aislante térmico; que viene a ser la cantidad de calor o energía que el PET conduce o almacena a través de su cuerpo en cierto tiempo. El material PET tiene un valor de conductividad térmica de 0.2 W/mk (María Angélica Sánchez Sierra, 2014).

### **Elevada transparencia**

El material deja pasar la visión mediante sus paredes de un lado a otro, además una vez reciclado y sometido a calor se puede dar diferentes colores, esto debido a que su transparencia permite ser teñido.

### **Gran rigidez y dureza**

Se dice que un material es rígido cuando al ser sometido a esfuerzos este no sufre deformaciones o tiende a torcerse, mientras se dice que es duro cuando presenta resistencia a la abrasión, a romperse, a ser penetrado o rayado de su superficie

### **Alta densidad**

La densidad es la relación existente de la masa entre el volumen, las botellas de PET presentan alta densidad, ya que su masa es relativamente pequeña para el volumen que contiene en su interior.

### **Resistencia a la propagación de grietas por tensión**

Es la capacidad del material a presentar resistencia cuando es sometido a dos fuerzas que salen del mismo intentando tensarlo.

### **Elevada impermeabilidad a gases**

La permeabilidad básicamente se basa en impedir que algún material absorba o deje pasar mediante el, agua u otros agentes, en el caso de las botellas de PET esta característica es obvia, ya que, los envases contienen líquidos en su interior y estos no infiltran en sus paredes al exterior convirtiéndose en un material impermeable.

### **Aislamiento térmico**

Se entiende por aislamiento térmico la capacidad de un material de mantener cálido un ambiente, ya sea aislando del frío o calor, proporcionando confort a los habitantes de un hogar.

### **Altamente reciclable**

Es la capacidad de un material de ser reutilizado, ya sea para ser utilizado como el mismo material o usarlo en otros productos, por ejemplo, las botellas tipo PET pueden ser procesadas y utilizadas en lo que se refiere a la producción textil de diferentes prendas de vestir y telares de polares poliésteres.



### **Anticorrosivo**

El material PET al presentar como propiedad la impermeabilidad, resulta resistente a las inclemencias climáticas no tiende a reducir el espesor de sus paredes, lo que, sí sucede con el acero, incluso con algunas piezas de ladrillo de arcilla cocida, a este proceso de anticorrosión en muros de tabiquería o en la construcción de albañilería confinada se le denomina como eflorescencia. La eflorescencia es producida por las sales presentes en la arcilla que se usa en fabricación de ladrillos, por la exposición a la humedad y en zonas costeras por la brisa marina, este problema se observa en los muros como películas blancas, que llegan a degradar a las unidades de albañilería.

### **Tiempo descomposición del PET**

Los plásticos son aquellos materiales que más tardan en desintegrarse, sin embargo, son materiales muy empleados en la sociedad de hoy en día y pueden prolongar su descomposición entre 100 y 1000 años en degradarse; por otro lado, su degradación puede prolongarse aún más si este no se encuentra sometido a los rayos uv o luz solar.

La descomposición del material PET está influenciado por su exposición al medio ambiente, ya que, si está expuesto a intemperie, los cambios bruscos de temperatura calor-frío pueden hacer que el material pierda sus propiedades físico-mecánicas hasta llegar a agrietarse y romperse por pedacitos. Por otro lado, si el material está protegido de los rayos del sol, ya sea enterrado o formando parte de un muro su tiempo de descomposición es aún más prolongado, lo cual como material de construcción sería de mucho beneficio.

### **Reciclaje de PET**

En el Perú existe una planta de reciclaje que justamente realiza trabajos de reciclaje de residuos plásticos, esta se encuentra en la provincia constitucional del Callao cerca al Ovalo Centenario, que viene realizando los trabajos de reciclaje de botellas (polietileno de tereftalato), más conocido como PET por cinco años; dicha planta pertenece a la empresa Pamolsa recicla 220 toneladas de botellas de plástico mensualmente, lo cual llega a ser equivalente a 200 camiones llenos de botellas sin ser aplastadas. Las botellas recicladas se procesan y son empleadas para empacar exportaciones de fruta, de esta manera la planta de reciclaje también beneficia a los más de 100000 pequeños recicladores a nivel nacional.

La planta de reciclaje pertenece a la empresa Pamolsa. Ricardo Echegaray, gerente general, señala que la planta recicla hasta 220 toneladas de botellas de plástico al mes, cifra equivalente a 200 camiones repletos de botellas sin comprimir (López, 2018).

Por ello las botellas de PET son 100% reciclables para la producción de diferentes envases e incluso utilizado en la industria textil, en la fabricación de poliéster para prendas de vestir hasta colchas y frazadas.

Figura N° 2: Planta de reciclaje.



Fuente: López (2018)

### **Usos del PET**

El material PET por sus diferentes propiedades, también se comercializa en la producción industrial, destacando las siguientes líneas de producción: PET en la industria textil, PET grado película, PET en envases y PET para laminado.

### **Uso industrial del PET**

- a) PET en la industria textil: los pequeños enlaces de filamentos continuo o fibra cortada, es empleado en el diseño de diferentes prendas de vestir, también se puede observar su utilización en cuerdas, telares, mangueras todo esto gracias a sus propiedades de rigidez y dureza, ya que este material puede ser un material como la manguera que es flexible y a la misma vez resistente, por último también se pueden

emplear en hilos, gracias a su comportamiento que presenta ante la presencia de calor puede descomponerlo en pequeños filamentos fuertes y flexibles.

- b) PET grado película: como su nombre lo dice están formadas por películas muy delgadas, por ello es empleado como aisladores eléctricos de las fases en los motores, transformadores y bobinas.
- c) Gracias a que el material PET es altamente impermeable, este abarca el 100% del mercado de las botellas para envasar bebidas carbonatadas, agua, jugos, aceites, etc. que por lo general una vez consumido el producto estas son desechadas. Todos estos usos son gracias a que el PET presenta alta durabilidad y estabilidad, además de no ser tóxico ni malograr los productos que contiene.
- d) PET para lámina, útil en estado amorfo, espumado y cristalino. El amorfo produce un producto final con más claridad, alta pureza y fortaleza a hidrocarburos y temperaturas bajas, en cambio el estado espumado presenta buena firmeza a temperaturas simultáneas de horneado y congelación.
- e) Alfombras: los envases tipo PET que se reciclan son empleadas para la fabricación de nuevas alfombras PET. Las industrias usan aproximadamente 60000 toneladas de PET reciclado por año que son aplicados en la fabricación de alfombras. El PET que se recicla es mezclado en una proporción de 1:8 con LDPE también reciclado que son extruidas que después son divididas en tiras que luego son tejidas para formar las alfombras.
- f) Láminas: el PET reciclado en todas sus presentaciones, en su mayor parte envases de bebidas de gaseosas ha mostrado buenas características mecánicas para la creación de bandejas de embalaje con buen esfuerzo de tensión, este tipo de láminas son un tipo de producto en reciente crecimiento en el mercado de los estados unidos.

## **Uso del PET en la ingeniería civil**

### **El PET en morteros**

Las mezclas de mortero empleando fibras de PET, como adición a los materiales convencionales de cemento, arena y agua para lograr mejorar la resistencia a flexión en morteros. Por otro lado, la adición de filamentos de fibras de PET proporciona un incremento de la resistencia mecánica y rigidez, además presenta una reducción en lo que se refiere a costos de materiales que se emplean para la fabricación de este tipo de material (Valencia, 2017).

Con la utilización de PET en los morteros además de buscar aumentar su resistencia a tensión, también se busca reducir la utilización de áridos, como el de la arena que disminuirá en cierto porcentaje cuando se añade fibras de PET a la mezcla de mortero.

### **El PET para la estabilización de taludes**

El material PET empleado en la contención de taludes es fiable para movimientos de suelos con velocidades relativamente bajas; para poder soportar los empujes que genera el terreno, estos empujes generados por el suelo no deben superar la capacidad de absorber los esfuerzos de tensión de los materiales (María Angélica Sánchez Sierra, 2014).

### **Puertas plásticas de PET reciclado**

La transformación del PET reciclado en puertas de plástico sólidas implica un proceso que consiste en; recepcionar la materia prima previamente seleccionada por recicladoras, lavarla, clasificarla y por último molerla para luego alimentar los pallets a una inyectora [...], Hebei Xiangte Plastic, [...], que tiene la capacidad de moldear por inyección 30 puertas por hora. El rendimiento de la planta sería 14000 puertas sólidas, durables, lavables y seguras, mensualmente y 16000 puertas de plástico PET reciclado anualmente (Valer, UPN, 2016).

Con la utilización de puertas de plástico estaríamos colaborando directamente a beneficio del medio ambiente y generando nuevas alternativas para la fabricación de puertas, se dejaría de extraer recursos no renovables como, el petróleo y la tala de árboles disminuirá, siendo estos la materia prima principal para la fabricación de puertas; de esta manera se disminuirá la emisión de CO<sub>2</sub> que afecta y deteriora directamente nuestra capa de ozono.

## **PET en pavimentos**

Después de muchos estudios y ensayos, el laboratorio de materiales Lanamme de Costa Rica ha conseguido diseñar una nueva alternativa de mezcla asfáltica para pavimentos flexibles, que añade más de 3% de plástico PET en su diseño, logrando un buen desempeño, además como resultado de añadir PET a la mezcla se logra una carpeta asfáltica que resiste deformaciones, la generación de grietas y la humedad entre otros muchos factores que desempeñan los pavimentos (Journey, 2018).

El agregado PET añadido a las mezclas asfálticas colabora con la unión de las partículas generando una mezcla impermeable y resistente a la humedad, además mejora la resistencia mecánica producidos por el tránsito de los vehículos.

Para hablar de unidades de albañilería formadas con botellas de plástico PET reforzadas con tierra compactada en su interior, se explicará a continuación la unidad de albañilería PET.

## **PET como unidad de albañilería**

A diferencia de las piezas de albañilería de arcilla cocida y bloques de concreto, la unidad de albañilería tipo PET estará conformada por una botella de plástico recicladas de 500ml llenado con un suelo clasificado como (CL) arcilla de baja plasticidad compactada, para convertirlo en una unidad resistente a compresión, por consiguiente, el material que se emplea para formar la unidad de tabiquería PET, se puede decir que lo convierte en un ladrillo ecológico. Entonces el ladrillo ecológico conformado por botellas PET, es una nueva alternativa para la edificación de muros, ya que, tiene las características físicas-mecánicas para reemplazar los tradicionales y promover el reciclaje, y la utilización de los mismos en la construcción de viviendas ecológicas. Además, que su proceso de fabricación es totalmente amigable con el medio ambiente; sucediendo lo contrario con la fabricación de un ladrillo tradicional de arcilla cocida, para la cual se requiere de hornos que a elevadas temperaturas logran quemar las unidades de albañilería de arcilla dando como resultado una unidad más resistente, este proceso además de explotar el suelo, también contamina el medio ambiente por la generación de  $CO_2$ , es por ello que para la fabricación de ladrillos, las ladrilleras tienen que estar ubicadas alejadas de la zona urbana para no afectar la salud de la población.

Para poder llegar a una mejor conclusión es que se estudiará muestras de unidades, muretes y pilas para conseguir determinar sus propiedades mecánicas usando para su construcción unidades tipo PET donde podemos observar en la figura N°3.

Figura N° 3: Unidades de Albañilería Tipo PET.



Fuente: Elaboración Propia (2019).

Por otro lado, las piezas de albañilería tipo PET, deben garantizar la resistencia a compresión mínimas que se establecen en la norma de albañilería peruana, en las cuales se brindan rangos de la resistencia de las unidades de acuerdo al tipo de albañilería que se emplea en la construcción de viviendas, en la siguiente tabla (2) se muestra dichas resistencias:

Tabla N° 2: Resistencia Característica de la Albañilería Mpa (kg/cm<sup>2</sup>).

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg/cm <sup>2</sup> )		
Materia Prima	Denominación	Unidad fb
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4(55)
	King Kong Industrial	14.2(145)
	Rejilla Industrial	21.1(215)
Sílice-Cal	King Kong Normal	15.7(160)
	Dédalo	14.2(145)
	Estándar y mecano	14.2(145)
Concreto Bloque Tipo P		4.9(50)
		6.4(65)
		7.4(75)
		8.3(85)

Fuente: Norma E.070 (2005).

### **Ventajas de la construcción utilizando unidades ecológicas tipo PET**

Parte de las ventajas de la construcción utilizando botellas tipo PET rellenas con tierra, radica en lo económico y en lo que se refiere al medio ambiente, contribuyendo de manera positiva y amigablemente. Mediante la sustitución de la albañilería tradicional por un tipo PET se estaría realizando a lo que hoy denominamos construcciones ecológicas. A continuación, se describirán algunas de las ventajas que ofrece este tipo de construcción:

#### **a) Duración**

Los envases plásticos tienen un tiempo de desintegración calculado entre 100 a 1000 años. Por ello aprovecharlo en construcciones ecológicas sería un gran aporte, ya que su tiempo de vida es muy prolongado y garantiza la estabilidad de la tierra.

#### **b) Buen aislamiento Térmico**

Una botella para poder desempeñarse como unidad de albañilería debe tener como relleno un material compactante (tierra), la cual hace que la botella sea más resistente a cargas de gravedad. Esta unidad de albañilería tipo PET formada por un envase y reforzada con tierra en su interior deben formar muros de espesor mínimo de 15 cm para preservar buen aislamiento térmico y garantizar el confort de los habitantes dando como resultado una vivienda bioclimática.

#### **c) Económico**

Gracias a que las botellas PET son 100% reciclables, resultará más barato la construcción de un muro con unidades de botellas rellenas con tierra que uno convencional, representando un 50% en ahorro.

**d) Autoconstrucción:** se refiere a que la construcción a base de muros de albañilería con unidades tipo PET, lo puede realizar cualquier persona sin necesidad de alguna capacitación, ya que, su proceso de construcción es mucho más sencilla que la albañilería tradicional.

e) **Botella:** En la construcción de muros se puede emplear cualquier tipo de botella, sin embargo lo ideal sería realizar un estudio para determinar qué tipo de botella presenta mejor resistencia, ya sea, a cargas de gravedad, corte, etc (Daniel Ruiz Valencia, 2012).

### **Propiedades mecánicas de muros**

Las propiedades mecánicas, son aquellas que están presentes en los diferentes materiales presentes en nuestro medio, que, al ser sometidos a diferentes esfuerzos, ya sean, esfuerzos de compresión, tensión, torsión, etc., reaccionan de variadas maneras, ya que, pueden presentar dureza, buena ductilidad, elasticidad, etc. Por ello para poder utilizarlos, en este caso en la construcción civil, deben tener ciertas características mecánicas, y para el caso especial de muros, estos deben tener buena resistencia a compresión, corte y compresión diagonal, pudiendo realizar aún más ensayos, siendo los más comunes los ya mencionados anteriormente.

### **Muros**

Los muros son un conjunto formado por unidades de albañilería, por lo general suelen emplearse ladrillos de arcilla cocida, que unidas mediante juntas verticales y horizontales de mortero forman un bloque, estos tienen diferentes funciones de acuerdo a la estructura o función que se le asigne, estos pueden ser: muros de carga, muros para dividir o separar ambientes de una edificación.

### **Muros de Mampostería**

Es un procedimiento tradicional donde se realiza uniones de piezas fijadas con mortero donde estas paredes transfieren las cargas desde el techo hasta los cimientos. Esta colocación manual se realiza en construcciones de paredes, estas pueden estar construidas a base de unidades de piedras, bloques y ladrillos, y también pueden llevar acero como refuerzo interior del muro buscando su mejor desempeño.

### **Mampostería Reforzada**

Es la mampostería con refuerzo formado por ladrillos huecos unidos con mortero usando varillas de acero verticales entre los huecos del ladrillo y horizontales cada cierto número de hiladas. También existen unidades hechas de concreto las cuales tienen dos paredes paralelas separadas por un espacio, este espacio es llenado con un grout de mortero y se refuerza con varillas de acero verticales y horizontales, para convertir a un muro sismo resistente.



Figura N° 4: Elaboración de mampostería reforzado.



Fuente: Herrera (2016).

### **Mampostería confinada**

Es aquella mampostería que contiene ladrillos asentados unos sobre otros pegados mediante mortero con juntas horizontales y verticales, que se confinan mediante columnas y vigas de concreto armado tradicionales. Este sistema de construcción es el que más se practica en las construcciones de nuestro país, ya que, tienen justificación científica en el reglamento nacional de edificaciones, donde nos brinda parámetros constructivos, uno de estos es que con el sistema de albañilería confinada solo se puede construir un máximo de cinco pisos.

Figura N° 5: Elaboración de muros de mampostería de ladrillo.



Fuente: Trujillo (2011).

## Mampostería simple

Es el tipo de muro simple sin refuerzo es formada por mortero piedras o ladrillos usualmente estos tipos de muros se usan para cercos o cerramientos.

Para realizar nuestra investigación, que está basada en el análisis de las propiedades mecánicas de muros de soga empleando material PET, recogeremos investigaciones realizadas que nos den datos de ensayos que ya se hayan aplicado a la unidad de albañilería tipo PET, en otras palabra estos estudios están basados en el análisis mecánico de las unidades de albañilería, en este caso el análisis de una botella llenada con material sometidos a los ensayos correspondientes, esto nos ayudará a no hacer tan extensa la investigación.

La información que recolectamos nos debe brindar, cual es el envase de PET que mejor comportamiento presenta al ser sometido a las diferentes cargas. Además, nos debe dar a conocer con qué material es más recomendable llenar las botellas. De esta manera utilizaremos los materiales que mejor resistencia presenten, para proceder a ser analizados como muestras de pilas y muretes, y determinar sus características mecánicas.

Según, (Gonzales, 2019), en sus conclusiones particulares nos facilita la siguiente información: confirma lo establecido en dos fases de su investigación, en la fase I el autor plantea que los espesores de las paredes de los envases tienen estrecha relación con su resistencia a compresión vertical, mientras que en la fase II confirma la hipótesis planteada sobre la relación entre el espesor de paredes de botellas y la resistencia mediante ensayos de laboratorio.

### Botella A: Coca-Cola. Volumen: 500ml

Área de compresión aproximada = 6.700mm<sup>2</sup>

Tabla N° 3: Resistencia a compresión botella de Coca-Cola 500ml.

Botella	A1	A2	A3	Media	T. rotura aprox. N/mm <sup>2</sup>
Peso botella tierra compacta (g)	997.25	999.61	997.23	998.03	4.57
Resistencia a compresión (KN)	28.40	31.30	32.10	30.60	
Peso botella vacía (g)	26.48	25.60	25.90	25.99	

Nota: Esta botella presenta valores de rotura muy homogéneos.

Fuente: Gonzales (2019).

Las fallas que se observaron en los ensayos de las muestras se denota que fallan en la parte central prolongándose en sentido longitudinal (a todo lo largo de la botella), siempre quedando intactos la parte del cuello y culo de la botella, esto es debido a que en esas zonas las paredes son más gruesas. Se recomienda reforzar a la botella mediante el amarrado de alambre su parte central del envase (p.45).

Tabla N° 4: Resumen comparativo de Espesor-Volumen-Resistencia.

Botellas	Espesor medio (mm)	Volumen (ml)	Resistencia media (KN)
1. Coca-Cola	0.3675	500	30.60
2. Coca-Cola	0.285	2000	47.26
3. Agua de cuevas	0.178	500	22.40
4. Agua Font vella	0.178	1500	57

Fuente: Gonzales (2019).

De acuerdo a los datos de esta investigación, por la rigidez que esta presenta ante los esfuerzos sometidos, la botella que se emplea para realizar las pruebas de muretes serán las botellas de Coca-Cola de 500 ml, ya que estas presentan resistencia media a las fuerzas de compresión. Además, la investigación base que estamos tomando nos brinda el lugar por donde por lo general fallan las botellas PET y un posible refuerzo para mejorar su resistencia. Para realizar los estudios de unidades de albañilería se tomaron en cuenta las siguientes características como se observa en la tabla N° 5.

Tabla N° 5: Unidades de albañilería para fines estructurales.

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f_c$ 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 <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	+ 7	+ 6	+ 4	8	2,0 (20)

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

Fuente: Norma técnica de albañilería E.070.

Por la disposición de las botellas en nuestro medio y la resistencia aceptable que presenta se eligió la botella de Coca-Cola (500ml) para la fabricación de las unidades de albañilería y las muestras de pilas y muretes.

Figura N° 6: Relación Volumen-Espesor-Resistencia.



Fuente: Gonzales (2019).

Para realizar los ensayos de muros con unidades tradicionales y unidades tipo PET se realizan muestras de pilas y muretes con el propósito de conocer sus propiedades mecánicas, para la construcción de muestras, tanto de pilas y muretes formadas por unidades tipo PET se emplearán las siguientes herramientas y materiales.

## **Materiales y herramientas utilizadas para la elaboración de pilas y muretes**

### **Materiales a emplear:**

- a) Botellas de Coca-Cola 500ml.
  - Material PET reciclado.
- b) Tierra de campo
  - Arcilla arenosa
- c) Clavos
- d) Mortero 1:4
  - Cemento Andino portland tipo I
  - Arena
  - Agua
- e) Madera.
- f) Ladrillo tipo PET.
- g) Barras de acero

Para generar un bloque más rígido donde se amarra el muro con barras de acero colocados verticalmente y las unidades de albañilería tipo PET se amarrarán con alambre recocido # 16.

### **Herramientas**

- Martillo
- SERRUCHO
- Badilejo y plancha
- Balde
- Lampa
- Nivel
- Flexómetro

### **Fuerza a compresión axial**

Los ensayos de compresión axial son realizados con el objetivo de determinar las propiedades de los materiales frente a una carga negativa que comprime las partículas del material hasta su rotura. Por lo general las fallas que se observa en una muestra se presenta mediante una deformación de rotura, formación de grietas, etc. hasta llegar a la falla de la muestra.

De acuerdo a (Casabonne, 2005), la principal propiedad mecánica que deben presentar las piezas de albañilería para cumplir fines estructurales es la de una buena resistencia a compresión, por ello altas resistencias de compresión señalan que un material presenta excelentes características estructurales, ocurre lo contrario con resistencias a compresión bajas, que son indicios de materiales de baja calidad. Sin embargo, la propiedad de compresión es complicada medir correctamente, esto por la variabilidad de medidas y dimensiones de las piezas, principalmente la altura de las muestras que no permite relacionar los resultados de laboratorio con la verdadera resistencia de un material [...] (p.111).

Por lo tanto, la resistencia compresión de una unidad de albañilería está en función a su área, masa, pero sobre todo de su altura, de esto podemos decir que si un muro de albañilería presenta mayor densidad la resistencia se verá incrementada, y si esto sucede es señal de un buen comportamiento estructural. Conociendo la resistencia a compresión de la unidad de albañilería procederemos a realizar la prueba de un murete.

Para fines del cálculo de la fuerza de compresión, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Resistencia a la Compresión} = \frac{\text{fuerza (Newton)}}{\text{Área de la sección transversal (m}^2\text{)}}$$

Interpretando la ecuación la fuerza de compresión es la división de una fuerza con sus unidades en newtons entre el área de una sección con sus unidades en m<sup>2</sup>, por lo que las unidades finales serán en pascales.

Los ensayos que se aplican para llevar a cabo la medición de la resistencia a la compresión son totalmente diferentes a los que se realizan en los de tracción, en lo que se refiere a la dirección de aplicación de las fuerzas. Las fuerzas que se aplica para determinar la resistencia de compresión axial de los materiales, van en dirección al material buscando comprimirlo hasta que se produzca su falla y su resistencia quede registrado en los aparatos electrónicos empleados para determinar la resistencia a compresión.

Los bloques que se utilizan para hacer las pruebas a compresión están formados por unidades de albañilería unidas mediante una mezcla de mortero, la cual junta los bloques, por lo que sus propiedades influyen directamente en la colaboración de la resistencia a compresión.

Para realizar los ensayos de compresión axial se realiza la construcción de muestras de pilas las cuales están formadas de por lo menos 3 unidades de albañilería apiladas unas sobre otras.

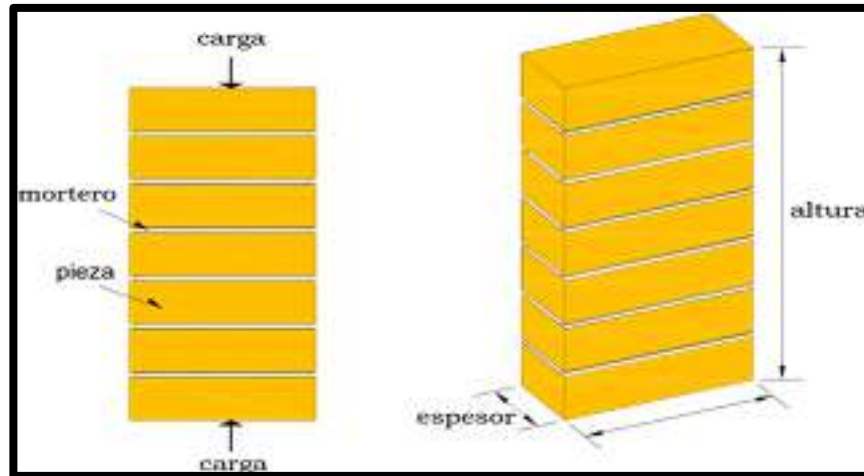
## Pilas

Para lograr determinar la resistencia a compresión, se construirán pilas conformadas por piezas de albañilería tipo PET. Las pilas en términos de construcción son prismas conformados por unidades de albañilería que van asentadas unas sobre otras, por lo general están compuestas por dos o tres hiladas de piezas de albañilería.

En la presente investigación las piezas de albañilería estarán conformado por botellas de Coca-Cola de 500 ml, las cuales deben ser recicladas y limpiadas con sus respectivas tapas, y posteriormente ser rellenas con material de campo (arcillosa) compactado.

Con el propósito de determinar la fuerza a compresión de las pilas se realizará la construcción de las mismas con 12 unidades de albañilería de botellas de coca cola de 500ml apiladas y unidas mediante mortero por juntas horizontales y verticales, se busca realizar una pila con una altura de 40 cm, un ancho de 27 cm y espesor de muro de 15cm incluido recubrimientos de 1.5cm. Las dimensiones de las muestras de pilas no deben ser muy excesivas para facilitar su elaboración y transporte desde el lugar de construcción hasta un laboratorio donde se le pueda someter a sus respectivas pruebas.

Figura N° 7: Pila para prueba en compresión.



Fuente: Normas y especificaciones para estudios, proyectos y en construcción (2015).

En base a la norma, E.070 de Albañilería (2015), en los ensayos de laboratorio, las fallas ideales de las muestras de pilas se identifican como una grieta vertical que atraviesa tanto a las piezas de albañilería y la junta horizontal [...], que se genera por la tracción producida por la carga que comprime a la pila, dejando como único camino la expansión lateral, también existe la falla por trituración [...] considerada una falla desfavorable por ser frágiles y explosivas, estas fallas son características del empleo de unidades huecas (p.63).

Las fallas que se presentan en las pilas, al ser sometidas a los ensayos son fallas por trituración y grieta vertical, siendo la última una falla adecuada para pilas sin embargo las fallas por trituración son indeseables, ya que, estas fallas se producen bruscamente, debido al empleo de materiales de albañilería huecas. Se dice que una falla es brusca o frágil cuando el elemento estructural, en este caso un muro de albañilería no da señales de falla, sino que la falla ocurre intempestivamente.

Además, las muestras de pilas deben cumplir con cierto rango de valores mínimos establecidos en la normativa peruana de acuerdo al tipo de albañilería utilizada.

Tabla N° 6: Resistencia y característica de la Albañilería-Pilas Mpa (kg/cm<sup>2</sup>)

<b>RESISTENCIA Y CARACTERÍSTICA DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		
Materia Prima	Denominación	PILAS (fm)
Arcilla	King Kong Artesanal	3.4(35)
	King Kong Industrial	6.4(65)
	Rejilla Industrial	8.3(85)
Sílice-Cal	King Kong Normal	10.8(110)
	Dédalo	9.3(95)
	Estándar y mecano	10.8(110)
Concreto Bloque Tipo P		7.3(74)
		8.3(85)
		9.3(95)
		11.8(120)

Fuente: Norma E.070 (2005).

De acuerdo a (Bartolomé, 1994), Cabe mencionar que las muestras de pilas al ser sometidas a los ensayos fallan por lo que se denomina tracción ortogonal a la fuerza de compresión aplicada (grieta vertical), esta falla se debe a que el mortero debido a las fuerza de compresión trata de expandirse por sus laterales en mayor medida que los bloques de albañilería que componen la pila y debido a que debe existir un equilibrio en la deformación del mortero y las piezas de albañilería, la junta de mortero es sometido a compresión, mientras que, las piezas de arcilla trabajan a tracción lateral. otra falla es el aplastamiento tanto de la unidad y mortero, que se genera por emplear ladrillos de muy mala resistencia (p.127).

### **Procedimiento de ensayo a compresión de pilas**



Una vez que se haya construido las 6 primas o pilas, Y cumplidos los 28 días se ensayarán las pilas a compresión axial, buscando determinar la carga máxima que soporta y los tipos de fallas inspeccionadas visualmente.

Para realizar los ensayos, el procedimiento, por lo general es como sigue:

- Una vez ya construidas las pilas y después de 28 días se transportaron al laboratorio, previamente a someterlo a la carga se colocará una capa de yeso en ambas caras en contacto con el cabezal de la máquina con un espesor de 3mm. Además, se toman las medidas de la pila a ser ensayada, se medirá el ancho, la altura y el espesor, se pueden tomar cuatro medidas por cada car y tomar como dato de la medida final el promedio de las 4 mediciones realizadas.
- El equipo de ensayo consiste en una máquina compresora que aplica carga sobre una muestra mediante cabezales y se logra determinar la resistencia a compresión que presentan diversos materiales, la carga será aplicada hasta provocar la rotura de la pila. Esta carga última queda registrada en la máquina de laboratorio como se observa en la Figura N° 5.

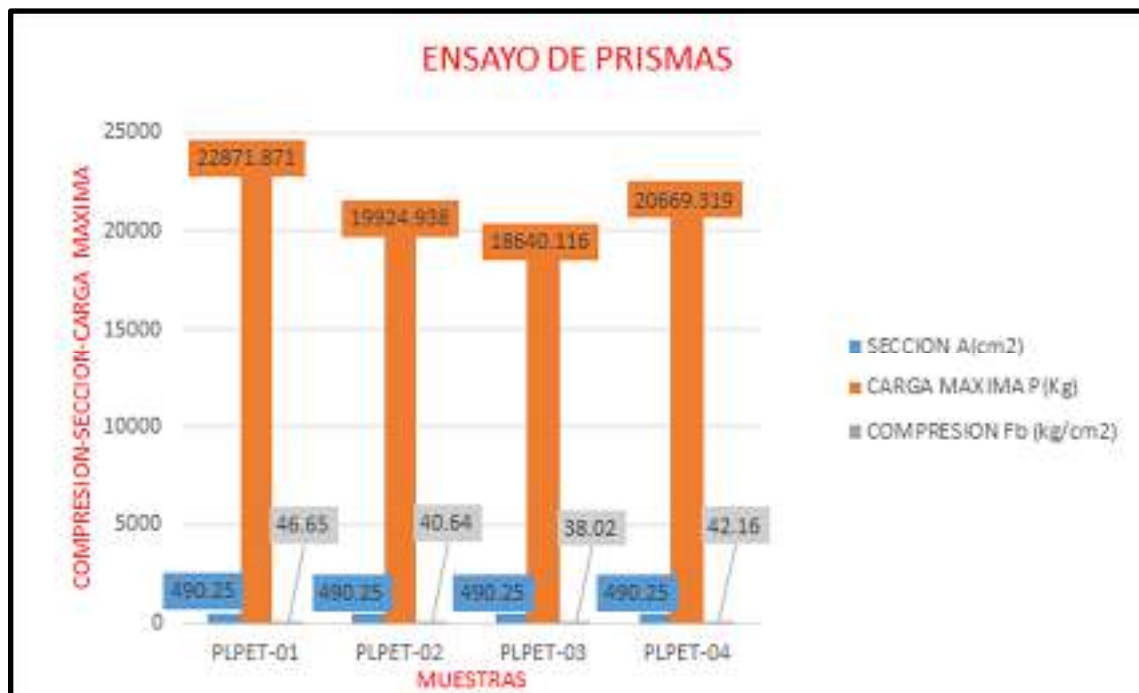
Figura N° 8: Ensayo a compresión de pilas.



Fuente: Elaboración propia (2019).

En los ensayos de prismas conformados por unidades de albañilería asentados de cabeza, Quevedo (2017), determina que los prismas cumplen con la norma itintec con resultados promedios de 42 kg/cm<sup>2</sup>.

Figura N° 9: Ensayo de compresión de prismas.



Fuente: Quevedo (2017).

El gráfico representa los datos recopilados de los ensayos de muestras de pilas con sus respectivos resultados; la sección de las pilas que viene a ser el área en contacto del prisma con el cabezal del equipo de ensayo, también se observa la carga máxima que resiste la muestra y por último se identifica la resistencia a compresión la cual es obtenida de la división de la carga máxima y la sección, dando como unidad del resultado los (kg/cm<sup>2</sup>).

### Mortero para pegar piezas

Se le conoce con el nombre de mortero a la combinación de agregados cementantes y áridos, en los morteros tradicionales se emplea cemento hidráulico, arena fina y cierta cantidad de agua para formar una masa consistente, su resistencia dependerá de su respectiva relación agua/cemento, su elaboración se puede realizar en obra o en plantas, conocidos como morteros premezclados. Por otro lado, los morteros también pueden contener otros materiales como cal y aditivos, buscando mejorar sus características como tal; estos pueden ser: elevar su resistencia, mejorar su trabajabilidad o volver a un mortero impermeable.

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070 (Albañilería), Capítulo 3 – Artículo 6 – 6.1 Motero; define al mismo de la siguiente manera: “la constitución del mortero está compuesto por cementantes, agregados tanto finos como gruesos, a los cuales se les agrega cierta cantidad que garantice tener una mezcla final trabajable, adhesiva y que no exista segregación del material grueso [...]” (p.299).

Para realizar la pila se utilizará una mezcla de mortero de relación 1:4 lo convencional para la unión de unidades de albañilería, a la cual también se someterá a ensayos de compresión axial. La interpretación más simple de la relación 1:4 de mortero es la siguiente, que por cada bulto de cemento se emplea 4 bultos de arena gruesa y cierta cantidad de agua para formar una mezcla trabajable.

El diseño de mezclas se realiza en base a normas o reglamentos que han realizado estudios para lograr determinar la cantidad de materiales que se debe utilizar para lograr una resistencia adecuada, en la siguiente tabla se muestran los tipos de morteros existentes:

Tabla N° 7: Tipos de Mortero

<b>TIPOS DE MORTERO</b>				
<b>COMPONENTES</b>				<b>USOS</b>
<b>TIPO</b>	<b>CEMENTO</b>	<b>CAL</b>	<b>ARENA</b>	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 <sup>1/2</sup>	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros no Portantes

Fuente: Norma E.070 de Albañilería (2005).

Además, el mortero debe tener la capacidad de unir las unidades impidiendo el paso de gases, frío y agua a través del muro; asimismo debe transmitir las cargas del muro hasta un sobrecimiento o cualquier elemento estructural que sirva de apoyo al muro, finalmente el mortero cumple un papel importante en muros cara vista en donde el muro no tiene recubrimiento o tarrajeo y las juntas horizontales y verticales deben ser perfectas por estética.

Para dar una breve explicación de las propiedades de los materiales que componen un mortero de pega tradicional compuesto por cemento, arena y agua, definiremos estos materiales buscando su mejor entendimiento.

## Cemento

Es un material producido industrialmente a partir de materiales naturales como la piedra y otros agregados químicos, que dan como resultado un material fino pulverizado, que cuando se le agrega arena y agua forma una masa pastosa que por su calor de hidratación tiende a fraguar y endurecer, que da resistencia y firmeza a las estructuras. En la actualidad existen diversos tipos de cementos que se diferencian, ya sea, por los materiales que lo conforman o por su comportamiento ante las inclemencias climáticas y su composición química.

## Arena

Este material pertenece al grupo de los agregados, que están conformados por arena gruesa, fina y piedra. La arena es conocido también con el nombre de agregado fino-grueso, formado por la degradación o desintegración de rocas en partículas muy pequeñas. De acuerdo a lo establecido en Norma E.070, la arena para morteros debe ser una arena gruesa libre de partículas orgánicas y con la granulometría presente en la siguiente tabla.

Tabla N° 8: Granulometría de la arena gruesa.

<b>TABLA 3: GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA</b>	
<b>MALLA ASTM</b>	<b>% QUE PASA</b>
N° 4 (4.75 mm)	100
N°8 (2.36 mm)	95 a 100
N°16 (1.18mm)	70 a 100
N°30 (0.60mm)	40 a 75
N°50 (0.30mm)	10 a 35
N°100 (0.15mm)	2 a 15
N°200 (0.075mm)	Menos de 2

Fuente: Técnica E.070 de Albañilería (2006).

## Agua

Es conocido como el solvente universal, ya que, es capaz de disolver cualquier material, su composición química está formada por un hidrógeno y dos oxígenos. El agua en proporciones adecuadas al ser mezclado con el cemento y la arena forma una masa pastosa que al fraguar endurece.

En conclusión, estos tres materiales al ser mezclados forman una masa pastosa, gracias a la reacción de la mezcla del cemento con agua, que por el calor de hidratación del cemento la mezcla llega a fraguar y endurecer formando bloques estructurales rígidos.

### **Usos del Mortero**

El mortero es una mezcla que por lo general se usa para dar acabado a las estructuras y es de una resistencia inferior al concreto, por ejemplo el mortero conformado por arena fina cemento y agua es empleado para dar acabados uniformes (tarrajeos) a columnas, vigas, muros y losas de entrepiso, mientras que los morteros conformados por arena gruesa, cemento y agua se emplean para asentar piezas de tabiquería, bloques de piedra, etc., otro uso que se le da es en el vaciado de contra pisos, cabe señalar que estamos mencionando los usos más comunes de esta mezcla pudiendo haber muchos más. Se destaca también que en la actualidad se realizan muchos estudios sobre, nuevos agregados que se puede agregar a la mezcla buscando mejor sus propiedades mecánicas y que reduzcan o reemplacen en cierto porcentaje el árido empleado en su composición.

Así los distintos usos del mortero pueden ser:

- a) Pegamento de ladrillos para pared y piezas de mampostería.
- b) Revestimiento de taludes.
- c) Acabados arquitectónicos.
- d) Elaboración de tabiques para muros de contención.
- e) Rellenos de anclajes.
- f) Sellado de grietas y agujeros.

### **Resistencia a la compresión del Mortero**

La resistencia de un mortero está influenciada directamente por su tiempo de curado y la calidad del mismo, por lo general los morteros se ensayan después de 28 días calendarios, según lo establecido en las Normas, los resultados de los ensayos de compresión indicarán si el diseño y proporción de materiales empleados en la mezcla fueron los adecuados para adquirir la resistencia que se busca. Para determinar la resistencia que soporta se elaboran muestras a las que se somete a cargas de rotura, una vez registrada la carga se procede a determinar el área neta en contacto con la máquina de ensayo, obtenidos estos dos datos se procede a realizar una simple división de la carga (kg) entre el área neta (cm<sup>2</sup>) y se tiene como resultado la resistencia a compresión del mortero.

Figura N° 10: Muestra de mortero sometido cargas de compresión.



Fuente: García, Rivera y Barrios (2015).

El ensayo de laboratorio aplicados a muestras de mortero permite determinar las características de aumento de resistencia de acuerdo al tiempo de curado de las mismas. Estos ensayos se realizan con el objetivo de controles de calidad, recepción de morteros y comprobar si un mortero empleado en un trabajo tiene la resistencia para la cual fue diseñado.

### **Compresión Diagonal**

Por lo general se ha prestado mayor atención e énfasis a la resistencia a compresión de los muros, sin embargo, la resistencia a compresión diagonal es la característica estructural fundamental para la determinación de la resistencia a esfuerzos laterales, ya sean estos producidos por ondas sísmicas, viento, etc.

Esta prueba se basa principalmente en someter a los muretes a una carga en cada uno de sus vértices, por medio de este ensayo se generan esfuerzos de tensión que generan la falla del murete tanto en sus unidades de albañilería y las juntas que unen dichas piezas del muro.

Según la, Norma y especificaciones para estudios, proyectos, construcciones e instalaciones (2015), los ensayos de muestras de muretes son elaborados a base de piezas de albañilería y morteros que se emplea en obra:

Las muestras de muretes [...] tendrán dimensiones que contengan por lo menos una pieza y media de la longitud de la unidades y cierto número de hiladas para llegar a una altura que sea aproximadamente igual a la longitud de la muestra. Los muretes se ensayarán aplicando cargas de compresión uniformes de vértice a vértice del murete en toda su diagonal, para

determinar el esfuerzo cortante se divide la carga aplicada entre el área neta de la muestra la cual resulta de la medida de la diagonal multiplicada por el espesor del murete (p.15).

En este ensayo la aplicación de la fuerza de compresión diagonal, se aplica en los vértices del murete, por ello es importante el curado correcto que demos al murete para garantizar el correcto fraguado del mortero, además de garantizar que la adherencia del mortero y la unidad de albañilería de material PET esté garantizada.

Del ensayo a compresión diagonal se determinará el esfuerzo cortante de los muretes, determinar este esfuerzo es de mucha importancia, ya que, nuestro país está propenso a actividad sísmica, que producen ondas sísmicas (esfuerzos horizontales) que someten a las estructuras, en este caso a los muros a esfuerzos de corte, por ello, nuestros muretes tienen que ser sometidos a ensayos de compresión diagonal para determinar los esfuerzos de corte que resiste y que se encuentre en los estándares de la Norma E.070 de albañilería.

Figura N° 11: Muestra de murete para ensayo de compresión diagonal.

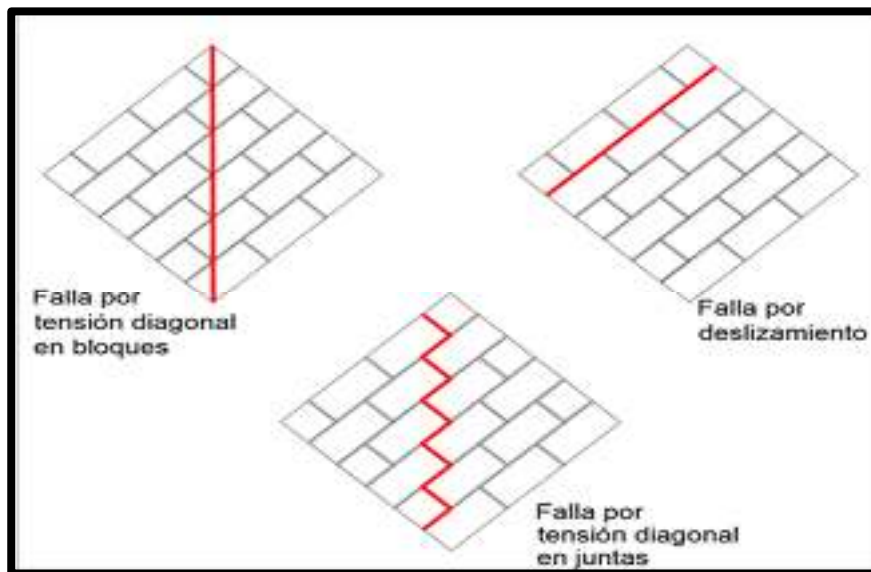


Fuente: Fernández, Marín, Varela y Vargas (2009).

De acuerdo a, Fernández Baqueiro, Marín Gómez, Varela Rivera, Vargas Marín, (2009), las fallas que por lo general se hacen notar en los ensayos de muestras de muretes sometidos a esfuerzos en los vértices ( a lo largo de la diagonal), son de tres tipos y se explican cada una de ellas a continuación: [...]: (1) falla por tracción diagonal en unidades; en esta falla se produce una grieta a lo largo de la diagonal que corta a las juntas y a la unidad de albañilería, la falla tiene una trayectoria recta y vertical de vértice a vértice; (2) falla por tracción diagonal

en las juntas de mortero; esta falla es aquella generada por una deficiente adherencia entre los bloques de albañilería y el mortero, esta falla es escalonada por medio de las juntas, por lo general la falla se presenta en el centro del murete; (3) falla por desprendimiento o deslizamiento; este tipo de falla se genera entre las unidades y las juntas de mortero, el muro falla a todo lo largo de la junta horizontal quedando el murete dividido en dos partes que por acción de la carga una parte del murete tiende a deslizarse sobre la otra (p.42).

Figura N° 12: Tipos de fallas en muretes de mampostería sujetos a compresión diagonal.



Fuente: Fernández, Marín, Varela y Vargas (2009).

Las fallas por adherencia en los muretes, al ser sometidos a compresión diagonal son típicos en los ensayos, este tipo de falla se puede reconocer, ya que, una vez iniciado el agrietamiento este alarga su avance por medio de las juntas horizontales y verticales, suele suceder porque la resistencia de la unidad de albañilería es superior a la mezcla usada para unir las piezas, por ese motivo la grieta se propaga por el elemento que menos resistencia presenta, que aquí en este caso en particular serían las juntas. En este tipo de falla por lo general el muro queda dividido en dos secciones, ya sea, la grieta atraviesa al muro de manera escalonada por medio de las juntas o existe un deslizamiento de parte del muro sobre la otra mitad siempre quedando el mortero en una de las dos mitades del muro, incluso llegan a despegarse algunas piezas con partes de mortero. Sin embargo, cabe mencionar también que la falla puede darse de vértice a vértice, con una grieta recta que corta tanto a la unidad de albañilería como a las



juntas, esto sucede por lo particular cuando existe tensión diagonal entre bloques, además es señal que en el murete existe una buena adherencia bloque-mortero.

Para realizar los ensayos de laboratorio respectivos se debe buscar que la unidad de albañilería y el mortero que se vaya a utilizar tengan una buena adherencia, debido a que las unidades de albañilería de material PET presentan elevada suavidad, se buscará mejorar esta propiedad mediante el lijado de su superficie para volverlo más áspera y el mortero se pueda adherir mejor a la unidad de albañilería de material PET.

### **Adherencia**

Por lo general se le define como la capacidad de un material, en este caso hablando de unidades de albañilería de material PET de unirse con otro mediante un cementante buscando formar un bloque estable y rígido que cumpla con las características estructurales. Por lo tanto, podemos decir que la adherencia es la resistencia que presenta una unidad a despegarse de un bloque o muro.

De acuerdo a la Norma E.070 de Albañilería, en los ensayos a compresión diagonal de muretes la adherencia se ve reflejada en la correcta unión entre las piezas de albañilería y el mortero. Por ello cuando una adherencia es correcta, la grieta atraviesa a la pieza de albañilería y al mortero, demostrando una adecuada optimización de la resistencia a fuerza cortante, por otro lado, cuando la adherencia de la unidad de albañilería y el mortero no es la adecuada la falla que atraviesa al murete es una falla tipo escalera a través de las juntas verticales y horizontales [...] (p.63).

En el caso del murete que vamos a realizar, sabemos que la unidad de albañilería de material PET cuando es sometido a compresión una de las fallas que presenta es la propagación de grietas es a todo largo de la botella. por ello la falla a compresión diagonal no atravesara a la unidad, sin embargo, esto se verá en los ensayos que se realicen.

### **Muretes**

Los muretes son muros de pequeñas dimensiones que sirven para ser utilizados como muestras de ensayos, están formados por piezas de albañilería de cualquier material que son sometidos a ensayos para garantizar que cumplan con las resistencias mecánicas mínimas establecidas en los reglamentos, en este caso la norma E.070 de albañilería.

Los muretes para nuestro ensayo serán asentados en soga, se construirán 4 muretes que se arman con las unidades de albañilería colocadas horizontalmente, de los resultados discriminamos cual presenta mejor comportamiento al ser sometido a los esfuerzos de compresión diagonal.

De acuerdo a lo establecido en el reglamento peruano nacional de edificaciones, más precisamente en la E.070 de albañilería, establece los valores mínimos que deben resistir los muretes de acuerdo a los materiales y tipo de albañilería.

Tabla N° 9: Resistencia y característica de la Albañilería-Muretes Mpa (kg/cm<sup>2</sup>)

RESISTENCIA Y CARACTERÍSTICA DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg/cm <sup>2</sup> )		
Materia Prima	Denominación	MURETES (Vm)
Arcilla	King Kong Artesanal	0.5(5.1)
	King Kong Industrial	0.8(8.1)
	Rejilla Industrial	0.9(9.2)
Sílice-Cal	King Kong Normal	1.0(9.7)
	Dédalo	1.0(9.7)
	Estándar y mecano	0.9(9.2)
Concreto Bloque Tipo P		0.8(8.6)
		0.9(9.2)
		1.0(9.7)
		1.1(10.9)

Fuente: Norma Técnica E.070 de Albañilería (2005).

Según la Norma Peruana 399.621 revisada (2015), trata sobre los especímenes de ensayo:

**Tamaño y forma:** las muestras de muretes deben tener las siguientes dimensiones mínimas de 60x60cm, que contenga en su longitud por lo menos dos unidades completas por cada hilada, las hiladas dependen de la altura del murete por lo general son necesarias 6 hiladas para alcanzar los 60 cm mínimas de altura.

**Número de especímenes:** para los ensayos de muretes se construirán por lo menos tres muestras compuesto por piezas de albañilería de la misma calidad, mortero y mano de obra [...].

**Curado:** se realiza una vez culminado la construcción de muestras, se recomienda no someter a movimientos a las muestras por lo menos en los siguiente 7 días.

El curado de las muestras es de por lo menos 28 días, a temperaturas que van desde 8°C-28°C y a una humedad entre 25°C-75%, el ambiente de almacenamiento debe proteger a las muestras de corrientes de aire (p.8).

### **Procedimiento de ensayo a compresión de muretes**

Luego de construir los 4 muretes y cumplidos los 28 días establecidos en la norma de albañilería E.070, se procede a ensayar los muretes a compresión diagonal, aquí se buscará determinar la carga máxima que resiste el muro y los tipos de falla que presenta el muro, por lo general la falla que se encuentra en este ensayo es por adherencia.

Para realizar los ensayos el procedimiento es por lo general en siguiente:

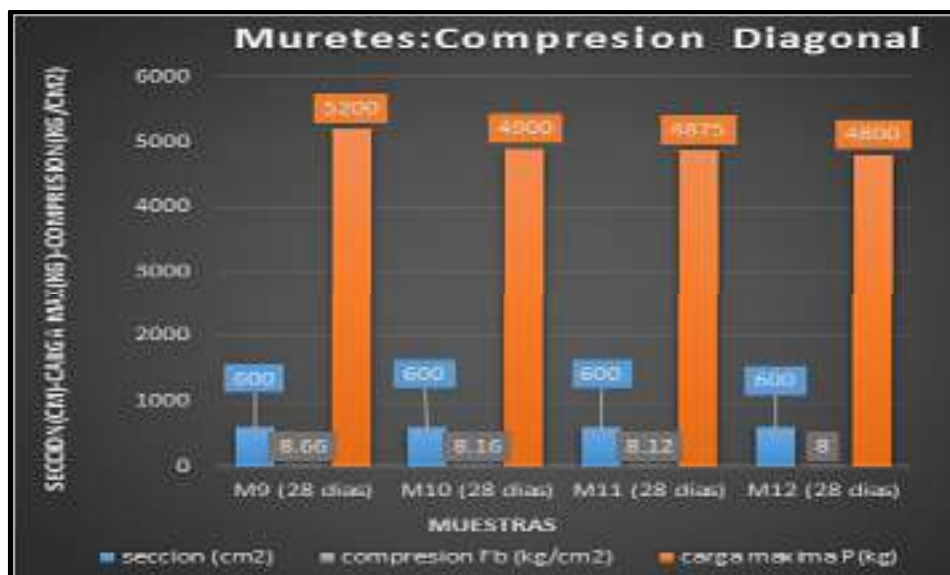
- ✓ **Colocación de escuadras de carga:** Se procede a colocar las escuadras en los vértices superior e inferior del muro, de tal manera que se encuentren centrado y poder distribuir la carga aplicada por la máquina de ensayo uniformemente en la diagonal del murete.
  
- ✓ **Colocación del espécimen:** Antes de colocar el espécimen en la máquina de ensayo se deberá poner un capping de yeso colocada en uno de los vértices del murete específicamente en la escuadra inferior donde se aplicará la carga. también se debe verificar que el murete ya instalado en la máquina esté bien centrado y a plomo.
  
- ✓ **Instrumentación:** En el caso especial de ensayos en muretes, para determinar fallas en la diagonal ya sea por acortamiento o estiramiento diagonal bajo la aplicación de cargas se señalan dos opciones a continuación:
  - Por medio de compresómetros y extensómetros, empleando micrómetros de dial o también transductores lineales de desplazamiento. Registrar las longitudes de medición.
  - Por medio de detectores de deformación unitaria del tipo de resistencia eléctrica (strain gauges) de 150 mm, ubicados en la dirección de las dos diagonales, lo más cerca posible de su intersección como sea posible.

✓ **Aplicación de carga:**

- **Para ensayos sin instrumentación:** En este caso el proceso de aplicación de carga se realiza en forma continua hasta llegar al fallo de la muestra o carga última, la velocidad de la carga aplicar puede ser rápida o lenta hasta obtener la mitad del valor esperado, después se realiza un ajuste de los controles de modo que la carga restante se aplique a una velocidad continua e uniforme de 1 t/min, o a una velocidad donde la falla no pase 1 0 2 minutos.
- **Ensayos con instrumentación:** con el objetivo de medir deformaciones la carga se aplica en incrementos adecuados con lo mencionado en el punto 1, se recomienda realizar incrementos hasta obtener de por lo menos 10 lecturas de formación o deformación unitaria para determinar la curva esfuerzo-deformación unitaria. Las lecturas deben tomarse lo más cercanas a la carga última.

Se tienen datos de ensayos de muretes construidos con unidades de albañilería tipo PET asentados de cabeza, mostrando los siguientes resultados:

1: Compresión diagonal de muretes (28 días).



Fuente: Celi (2013).

En el gráfico se representa la sección del murete (600 cm<sup>2</sup>), que se calcula multiplicando la diagonal del murete, medido de vértice a vértice del murete y multiplicado por su respectivo espesor, además se puede ver la carga máxima que soporto cada una de las cuatro muestras

que se ensayaron. Por último, se observa el esfuerzo a compresión diagonal, la cual se determina dividiendo la carga máxima aplicada a la muestra entre las secciones de la muestra. Según celi (2013), en sus ensayos de muros de PET, mortero compuesto por arena y cemento resisten (16.72 kg/cm<sup>2</sup>), más que los elaborados con adobe (4.75kg/cm<sup>2</sup>).

### **Esfuerzo cortante**

Los esfuerzos que la gran mayoría de muros, ya sean portantes o no portantes, están destinados a resistir en condiciones normas fuerzas axiales provenientes de las cargas muertas y su propio peso. Además, debe soportar las sollicitaciones de fuerzas de corte y de flexión, que son generadas por los sismos o grandes explosiones, esto conlleva a diseñar muros antisísmicos, que cumplan con los ensayos de compresión, compresión diagonal, corte, flexión, que se contempla en el RNE.

Según la revista (Alternativa estructural de refuerzo horizontal, 2009), las fisuras que se generan en muretes sometidos a esfuerzos de corte son de forma escalonada que sigue las juntas de mortero, siendo consecuencia de las tracciones que se producen a todo lo largo de la diagonal (p.54).

### **Cálculos**

El ensayo de compresión diagonal, es aquel que realiza con el propósito de determinar el esfuerzo cortante. Para determinar el esfuerzo cortante en muretes sobre el área bruta de la diagonal carga de la siguiente manera:

$$Vm = \frac{0.707P}{Ab}$$

Donde:

$V_m$  = Resistencia cortante sobre el área neta, en kg/cm<sup>2</sup>.

$P$  = carga resistente en kg

$A_b$  = área neta de la muestra representado en cm<sup>2</sup>:

$$Ab = \frac{l+h}{2} \times T$$

Donde:

$L$ : Largo de la muestra.

$H$ : altura de la muestra

$T$ : ancho de la muestra cm. (P.10).

## **Planteamiento del problema**

### **Problema General**

¿Cómo mejoran las propiedades mecánicas de muros tipo sogá construidos con material PET, Lima 2019?

### **Problemas Específicos**

PE1: ¿Cuál será la resistencia mecánica a compresión axial de muros tipo sogá construidos con material PET, Lima 2019?

PE2: ¿Que resistencia mecánica a compresión diagonal presenta los muros tipo sogá construidos con material PET, Lima 2019?

PE3: ¿Cuál será la resistencia mecánica a corte de muros tipo sogá construidos con material PET, Lima 2019?

### **Justificación del estudio**

La justificación de este estudio se basa principalmente en la gran existencia de botellas tipo PET descartables de bebidas carbonatadas que existe en el medio, y su desconocido destino final, con el propósito de inculcar una educación ambiental basado en el reciclaje, reducción y reutilización de las botellas descartables PET. Además, mediante esta práctica se estará colaborando con el medioambiente, ya que, estas botellas en su mayor parte las observamos en las orillas de ríos e incluso en las orillas del mar.

Para finalizar en el Perú, según el INEI (2018), “al finalizar el 2018 la población del país que estaba en situación de bajos recursos económicos (pobreza), representa el 20.5% que abarcaba en cifras reales de 6593000 habitantes, es decir el gasto realizado por las familias en la compra de alimentos de primera necesidad está por debajo de la canasta básica compuesta por alimentos y no alimentos, según las estadísticas presentado por el INEI, sobre el aumento de la pobreza monetaria.

En otras palabras, en el Perú existe un alto porcentaje de pobreza, y esto trae consigo que las personas no puedan acceder a una vivienda por los altos costos de los materiales de construcción, o muchos casos ya cuentan con una vivienda, pero no presentan las condiciones de habitabilidad, por ello, brindamos una nueva alternativa de construcción de muros tipo

soga empleando material reciclable tipo PET para la construcción de muros para vivienda, siempre y cuando, se cumpla con los requerimientos mínimos que exige la norma E-070 del reglamento nacional de edificaciones, y de esta manera mejorar la calidad de vida de las personas con bajos recursos económicos.

### **Justificación Teórica**

En este trabajo de investigación se buscará obtener información para brindar nuevos materiales para la construcción y aportar a la construcción civil. Por ello buscaremos recolectar y brindar información adicional acerca de la construcción de muros empleando material PET. Los resultados que se obtengan en esta investigación pueden ser empleadas como bases para nuevos estudios y usarse como material de construcción de muros sustituyendo a la tradicional unidad de albañilería de arcilla cocida. Además, se espera que los conocimientos obtenidos en el estudio se puedan materializar y practicar en la construcción de muros económicos y ecológicos colaborando de esta manera con el medio ambiente. Por último, lo ideal sería que este nuevo material de construcción se incluya en la normativa peruana E-070 de albañilería.

### **Justificación Práctica**

Lo que se espera de este estudio de investigación es que la construcción de muros con envases de gaseosas, rellenas con tierra sea una alternativa de construcción económica para los habitantes de zonas rurales que muchas veces por escasos recursos económicos no pueden acceder a una vivienda adecuada y que garantice su calidad de vida, además los muros deben cumplir con las características estructurales que cumplan la norma E-070 de albañilería establecida en el reglamento nacional de edificaciones que garantice la seguridad de los habitantes, finalmente estas construcciones, permitirá reducir la contaminación del medio ambiente por este tipo de plásticos.

Los beneficios de la construcción de muros con material PET ser:

- a) Bajo costo: Por que las botellas empleadas son recicladas.
- b) Muros ecológicos: Conformado por envases de botellas, rellenas con material de campo (arcilloso).
- c) Muros Acústicos: No permite el paso de ruido a través de sus paredes.

- d) Tiempo de vida: por el tiempo de descomposición del material PET, los muros elaborados a base de este material alargan su vida útil.

### **Justificación Metodológica**

El presente trabajo de investigación está basado en el desarrollo y aplicación de la metodología experimental, por consiguiente, para su desarrollo se hará un grupo de muretes y pilas de control. Por último, estas pilas y muretes serán ensayadas con máquinas universales de laboratorio, donde se medirán las variables de interés y se podrá constatar con nuestras hipótesis planteadas.

### **Objetivos**

#### **Objetivo General**

Analizar las propiedades mecánicas de muros tipo sogá construidos con material PET, Lima 2019.

#### **Objetivos Específicos**

OE1: Determinar la resistencia mecánica a compresión axial de muros tipo sogá construidos con material PET, Lima 2019.

OE2: Identificar la resistencia mecánica a compresión diagonal de muros tipo sogá construidos con material PET, Lima 2019.

OE3: Conocer la resistencia mecánica a corte de muros tipo sogá construidos con material PET, Lima 2019.



## **Hipótesis**

### **Hipótesis general**

Los muros tipo sogá construidos con unidades de albañilería de material PET, presentará buenas propiedades mecánicas, Lima 2019.

### **Hipótesis Específicas**

HE1: Los muros tipo sogá construidos con unidades de albañilería de material PET, presentará buena resistencia mecánica a compresión axial, Lima 2019.

HE2: Los muros tipo sogá construidos con unidades de albañilería de material PET, presentará buena resistencia mecánica a compresión diagonal, Lima 2019.

HE3: Los muros tipo sogá construidos con unidades de albañilería de material PET, presentará buena resistencia mecánica a corte, Lima 2019.

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y Diseño de investigación

Según Hernández (2018) en su obra titulada “Metodología de la investigación” sobre el diseño de la investigación lo conceptúa como del plan o estrategia que ha de aplicarse para obtener la información que se desea.

En tal sentido podemos decir que un diseño es experimental, si en el proceso de investigación se implica la manipulación de una de las variables, en esta investigación se manipulara la variable independiente para determinar el grado de sus consecuencias en la variable dependiente.

Con el objetivo de poder determinar las propiedades mecánicas de los muros tipo sogá contruidos con material PET, se realizará la construcción de muestras, que estarán conformadas por cuatro pilas y cuatro muretes, además de una muestra de 3 dados mortero de relación 1:4, que serán sometidos a ensayos de compresión en el laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería, los resultados de estos ensayos se comparan con los de albañilería de arcilla cocida tradicionales y se podrá llegar a conclusiones a favor o en contra de nuestras hipótesis.

#### 2.1.1. Método

Como manifiesta Hernández, Baptista y Fernández (2014, p. 19) interpreta que el método científico es un método que se basa a los análisis fenómenos naturales que donde se usan instrumentos de experimentación que resulten fiables.

El **método empleado es científico**, ya que se busca investigar y analizar los fenómenos naturales rigiéndose de normativas vigentes.

#### 2.1.2. Tipo de investigación

De acuerdo con Borja (2010), las investigaciones científicas, de acuerdo a la finalidad que persiguen, se clasifican en, Investigaciones básicas o puras, investigaciones aplicadas, e investigaciones tecnológicas.

La investigación que se desarrolla es de **tipo aplicada**, ya que no sólo produce conocimiento básico, sino que está basada en dar respuesta o solución a los problemas establecidos en la investigación, es decir se enfatiza en dar solución a los problemas se aplica en la construcción de muros de sogá contruidos con material PET.

Nuestro estudio presentado tiene como propósito evaluar el comportamiento mecánico que presentan los muros tipo sogá construidos con material PET. Para lograr este objetivo, según la bibliografía revisada los autores someten a las muestras a ensayos de laboratorio, siendo éstos: resistencia a compresión axial, resistencia a compresión diagonal y resistencia cortante.

### **2.1.3. Nivel de Investigación**

Con frecuencia, la meta del investigador consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. (Hernández Siampieri, 2014, p. 92).

Enfocándose de esta conjetura se considera que la investigación es de **nivel descriptiva - experimental** debido a que se busca especificar las propiedades de la variable dependiente y poder detallar los sucesos.

### **2.1.4. Enfoque**

Para definir el tipo de investigación, nos hemos basado en la obra titulada “Elaboración de trabajos de investigación” por Landeau Rebeca (2007) que plantea diferentes tipos de investigación según un concepto dado, así tenemos por:

- **Su naturaleza:** La presente investigación tiene un **enfoque cuantitativo**, es decir que se va a cuantificar los resultados y demostrarlos empleando técnicas estadísticas para realizar la constatación de las hipótesis.
- **Su carácter:** La investigación que hemos desarrollado es **explicativa**, ya que esta se encarga de buscar el porqué de los hechos estableciendo las relaciones causa-efecto ya que plantea y explica la resistencia de los muros tipo sogá construidos con material PET, Lima 209.

Deduciendo de las definiciones, las investigaciones de ingeniería por lo general son cuantitativas, ya que se miden una de las variables con la obtención de datos y buscando cumplir con las hipótesis planteadas.

### **2.1.5. Diseño de la investigación**

Es experimental cuando la investigación se manipulan libremente las variables, debido a que, se pueden modificar de manera intencional las variables independientes para establecer el efecto entre las otras variables, debería ser de forma natural y manipulables por otro lado el cuasi experimental forma parte de un estudio experimental (Palella y Martínez, y otros, 2013 p. 86).

De esta manera se dice que el diseño de la investigación es de tipo **cuasi experimental - enfoque cuantitativo**, donde se manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una dependiente.

## **2.2. Operacionalización de variables**

### **2.2.1. Identificación de variables**

**Variable (I):** Material PET

**Variable (D):** Propiedades mecánicas de muros

### **2.2.2. Operacionalización de Variables**

Con la búsqueda de delimitar de manera precisa nuestras variables de estudio, así como conocer cómo se realizará la medición de las mismas en el proceso de ejecución del proyecto de investigación, en los siguientes párrafos se explica la descripción de la operacionalización que se ha planteado para cada una de las correspondientes variables de estudio, de la misma manera se indica la manera en que se hará y se medirá las variables.

#### **Variable independiente: Material PET**

- Definición conceptual: El tereftalato de polietileno más conocido por sus siglas en inglés como PET, son plásticos, muy usados en envases de bebidas carbonatadas, hasta su empleo en la industria textil en la confección de prendas de vestir, aparatos domésticos, eléctricos, etc.

- Definición operacional: Botella y su material de relleno para formar unidades de albañilería y formar un muro en soga.

**Variable dependiente: Propiedades mecánicas de muros**

- Definición conceptual: Las propiedades mecánicas, son aquellas que están presentes en los diferentes materiales presentes en nuestro medio, que, al ser sometidos a diferentes esfuerzos, ya sean, esfuerzos de compresión, tensión, torsión, etc., reaccionan de variadas maneras, ya que, pueden presentar dureza, buena ductilidad, elasticidad, etc. Por ello para poder utilizarlos, en este caso en la construcción civil, deben tener ciertas características mecánicas, y para el caso especial de muros, estos deben tener buena resistencia a compresión, corte y compresión diagonal, pudiendo realizar aún más ensayos, siendo los más comunes los ya mencionados anteriormente.
- Definición operacional: Mediante la utilización de los equipos universales de la universidad nacional de ingeniería se determinará la resistencia máxima de nuestras muestras ya sea a, compresión axial y compresión diagonal y su posterior resistencia a corte.

### 2.2.3. Matriz de Operacionalización de las variables

Tabla N° 10: Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR
Variable (I): Material PET	Deval, Juan (2013), el tereftalato de polietileno, PET, es un plástico que se usan a gran escala en envases de diversas bebidas ya sean hidratantes, carbonatadas, agua, aceites, combustibles, bebidas alcohólicas, limpiadores caseros, etc. también se emplea en lo que se refiere a lo textil. Por otro lado, las grandes compañías que procesan el PET y otros pertenecientes a este grupo patentan sus marcas comerciales, por ejemplo: Mylar melinex. (p.231).	Botella y su material de relleno para formar unidades de albañilería tipo PET y formar un muro en sogá.	Rigidez y dureza <hr/> Espesor de las paredes del envase <hr/> Unidad tipo PET	Elevada densidad Resistencia a tensión <hr/> Resistencia a compresión <hr/> Tipo de relleno Densidad Resistencia a compresión
Variable (D): Propiedades mecánicas de muros	Las propiedades mecánicas, son aquellas que están presentes en los diferentes materiales presentes en nuestro medio, que, al ser sometidos a diferentes esfuerzos, ya sean, esfuerzos de compresión, tensión, torsión, etc., reaccionan de variadas maneras, ya que, pueden presentar dureza, buena ductilidad, elasticidad, etc (Conte Group 2016, p.35).	Mediante la utilización de los equipos universales de la universidad nacional de ingeniería se determinará la resistencia máxima de nuestras muestras.	Resistencia a la compresión axial. <hr/> Resistencia a compresión diagonal. <hr/> Resistencia a corte.	1.-Esfuerzo de compresión axial (Kg/cm <sup>2</sup> ) Falla: grieta vertical Falla: por aplastamiento  2.-Esfuerzo de compresión diagonal (Kg/cm <sup>2</sup> ) Falla: tensión diagonal en bloques Falla: tensión diagonal en juntas. Falla: por deslizamiento.  3.-Resistencia corte (Vm=0.707PAb)

Fuente: Elaboración Propia (2019)

## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población**

Según Rodríguez (2006) “[..] La población es el conjunto de mediciones que se pueden efectuar sobre una característica común de un conjunto de seres u objetos” (p.79).

En otras palabras, la población viene a ser un conjunto de seres vivos u otros objetos, que tienen características comunes de donde se tomarán datos o mediciones que nos darán o no la razón sobre el tema que estemos investigando.

De este modo, nuestra población lo conforman muros contruidos con PET, que son en sí, envases de Coca-Cola de 500ml de material PET. Las botellas serán recolectadas y limpiadas para posteriormente rellenarlas con tierra de campo (arcillosa), compactas para aumentar su rigidez.

### **2.3.2. Muestra**

De acuerdo a Marcelo (2006) nos dice que “[...] en estudios de enfoque cuantitativo se define a la muestra como un subgrupo elegido de población de estudio que es elegido y delimitado por conveniencia y que debe representar a toda la población. [...]” (p.110).

Esto nos quiere decir que la muestra es un número de seres u objetos que se eligen de la población para ser analizadas y obtener los resultados que estamos buscando en una investigación, esta muestra es calculada siguiendo los criterios que nos ofrece la estadística, se recomienda que la muestra debe ser una muestra representativa de la población, no podemos tomar como muestra a toda una población.

### **2.3.3. Muestreo**

Ya conociendo los integrantes de estudio, es obligatorio garantizar en lo más posible que dicha muestra sea representativa en la población. El tipo de muestreo es no probabilístico siendo un proceso de selección en el que se desconoce la probabilidad que tienen los elementos de la población para integrar la muestra.

Según Arias (2012), En muchas instituciones universitarias, los tesisas, salvo algunas excepciones, no cuentan con financiamiento para desarrollar sus proyectos. Además, por lo general, sólo disponen de un semestre académico (16 semanas de clase) para recolectar los datos. En este sentido, se justifica plenamente que el tesisas trabaje con un tamaño de muestra ajustado a sus posibilidades, sin descuidar la representatividad de la misma.

Por tal motivo nuestra muestra estará seleccionada en función al criterio del investigador, estos criterios lo vamos a sustentar en dos aspectos:

▪ **La Norma Técnica Peruana (NTP):**

De acuerdo a, los comentarios a la Norma E.070 ALBAÑILERIA nos dice: “que las muestras elegidas para la construcción de muros de edificaciones están en función al área techada y la zona sísmica en la cual se ubique la construcción, para tal efecto se realizarán ensayos de pilas y muretes conformadas por unidades y mortero de la misma obra. Cuando se construyan edificaciones de 2 a 3 pisos ubicados en la zona sísmica 2 y 3 se ensayarán por lo menos 3 pilas por cada 500m<sup>2</sup> de área techada y tres muretes por cada 1000m<sup>2</sup> de área techada” (p.59).

▪ **Estudios realizados:**

Por otro lado, los diferentes autores que se mencionaron en el capítulo de los antecedentes tomaron como número de muestra lo siguiente:

- a) Quevedo Haro, Perú-Chimbote 2017, toma como población los ladrillos ecológicos y sus muestras lo conforman 4 prismas y 4 muretes.
- b) Sánchez Camaná, Ambato-Ecuador 2017, en su investigación la población está conformado por materiales para la elaboración de mampostería y sus muestras son 6 modelos, 3 muestras de cada modelo (prismas y muretes).
- c) Vargas Vera y Areisa Edilson Colombia-Bogotá 2016, tiene como población a los bloques conformados por botellas PET de 200ml, y la muestra corresponde a 3 muestras de cada distribución de botellas.

Según Gómez, y otros, (2015), Afirma que el muestreo se diagnostica por iniciativa propia según el tipo de estudio se seleccionará de manera representativa, no se hará ningún cálculo se determina por criterio de conveniencia.

Para este proyecto de investigación es intencional, ya que, la muestra es seleccionada a criterio propio donde se analizará por 18 ensayos las cuales están conformadas por muretes, pilas, unidades de albañilería, construidas con ladrillos de arcilla convencional y ladrillos de PET.



Basándonos en estos estudios, nuestra muestra estaría representada por 18 muestras como se observa en la imagen N°11.

Tabla N° 11: Número de muestras a ensayar según la norma E-070 albañilería.

N°	ENSAYOS	CANTIDAD
		Mortero Convencional 1:4
1	Compresión axial en pilas con unidades tipo A,B,C.	7
2	Compresión diagonal de muretes con unidades A, B, C.	3
3	Compresión axial de pilas con PET.	4
4	Compresión diagonal de muretes de PET.	4
<b>TOTAL DE MUESTRAS: 18</b>		

Fuente: Elaboración Propia (2019).

## 2.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

### 2.4.1. Técnicas de recolección de datos

De acuerdo con Moreno B, (2013 p. 35) indica que las técnicas de recolección de datos nos ayudarán a estudiar el comportamiento y las relaciones de variables que se ha elegido para un estudio determinado, el cual tiene que apoyar o descartar las hipótesis con base a mediciones de las variables, usando técnicas e instrumentos de medición, con alta validez y confiabilidad. Para la investigación se mostrará fichas técnicas, cuadros y gráficos para los análisis de ensayos de laboratorio todo validado.

### 2.4.2. Observación directa

La “observación es un registro sistemático, válido y confiable del comportamiento o conducta, se utiliza como un instrumento de medición en diversas circunstancias”. (Behar, 2008, p. 68).

La técnica a usar en este proyecto de investigación será la observación, ya que la selección del material reciclado (botella plástica PET). En esta investigación se usará por la técnica de recolección de datos a través de hojas Excel y tablas para anotar las fuerzas en las que falla los especímenes.

Se efectuará el recojo de los datos de todos los ensayos que se lleguen a realizar de las pilas y muretes conformados por unidades de albañilería tipo PET, todos estos datos nos brindarán los equipos del laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería, que basados en la unidad de albañilería: NTP 399.613 y muretes de albañilería: NTP 399.621 someterán a prueba a nuestras.

Otras técnicas para utilizar son:

- ✓ Ensayo a Compresión
- ✓ Ensayo a Compresión Diagonal
- ✓ Ensayo a Corte

### **2.4.3. Instrumentos de investigación**

“Estos instrumentos que se desarrolla nos conllevarán a la obtención de los datos de la realidad y ya con la obtención de estos datos se podrá pasar a la siguiente fase: el procesamiento de datos” (Behar, 2008, p. 69).

El instrumento de medición a usar en este proceso de elaboración se utilizará para la realización del trabajo de investigación serán los siguientes:

- a) Norma Técnica Peruana.
  - Unidades de Albañilería: NTP 399.613.
  - Muretes de Albañilería: NTP 399.621.
- b) Normas ITINTEC
  - Elementos de arcilla cocida: 331.017 - 331.018 - 331.019.
- c) Ensayos de Resistencia de Prismas de Albañilería.
  - Comentarios a la Norma E-070 de Albañilería.
- d) Hojas Excel (Gráfico de Líneas y Tablas).

### **2.4.4. Validez**

Hernández, Fernández y Baptista (2010) “Se considera validez al grado mediante un instrumento realmente se mide la variable que se pretende medir, recolectando datos exactos para adquirir resultados como se indica” (p. 201).

La validez de este proyecto de investigación se realiza mediante en la información obtenida a través de fuentes confiables, se realizarán muestras de muretes, pilas y unidades de albañilería, ya que estos resultados adquiridos serán verificados con los muros de ladrillo convencional que se establecen en la norma E-070 de albañilería.

Estos resultados se obtendrán y se analizarán en el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería LEM-FIC por expertos o especialistas quienes son los que firman las fichas técnicas para ser validada esta esta investigación.

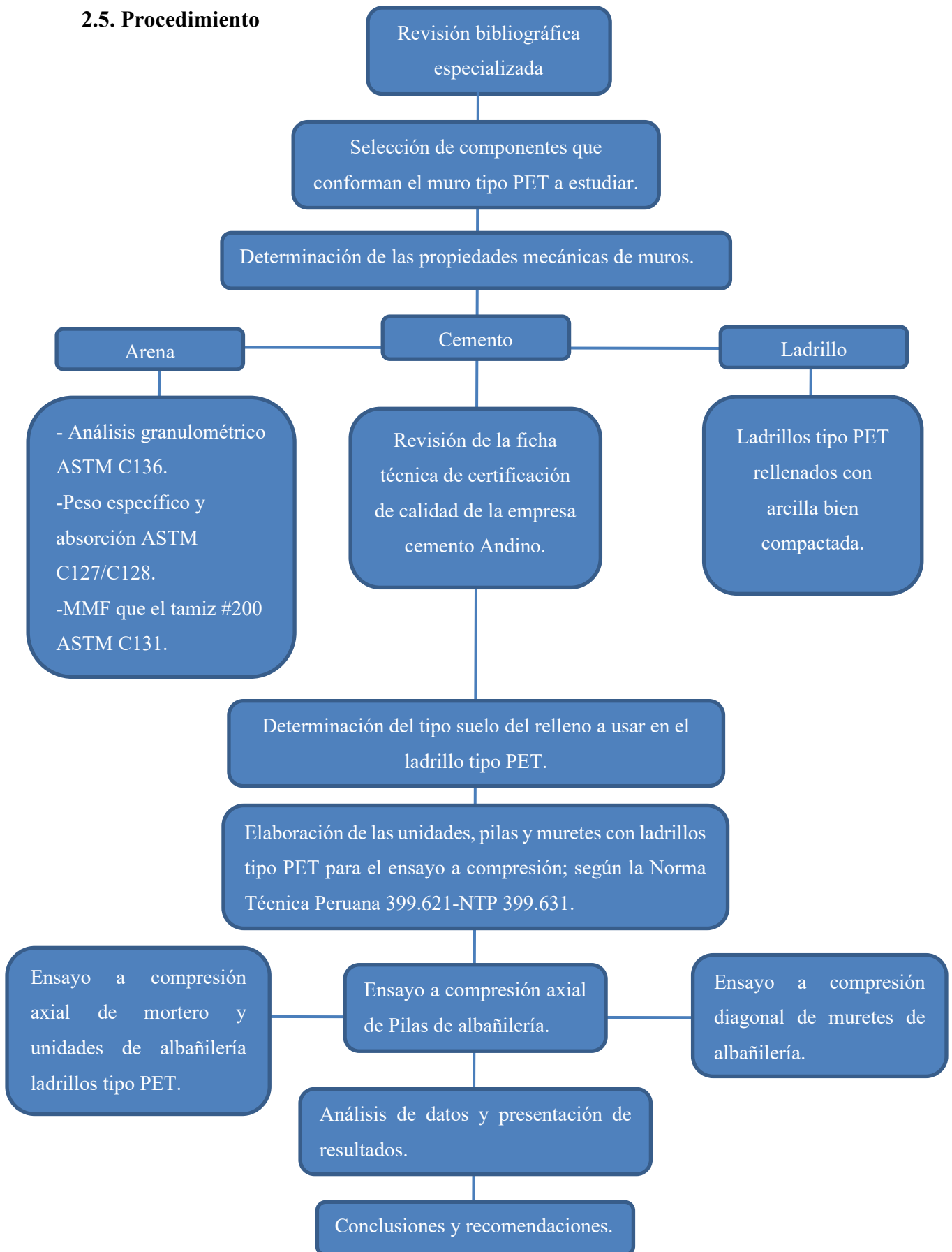
#### **2.4.5. Confiabilidad**

Hernández, Fernández y Baptista (2010) “Conlleva al grado de medición en que su aplicación sea igual al mismo individuo u objeto desarrollando resultados similares” (p.200).

En lo que se refiere a la confiabilidad de los instrumentos de medición, garantizamos que el laboratorio donde se desarrollarán los ensayos (LEM-UNI), cuenta con los equipos adecuados y además brinda servicios a nivel nacional realizando pruebas de laboratorio a diferentes empresas del rubro de construcción civil según las normas del Peu, garantizando su experiencia en la realización de ensayos de materiales, por lo que la confiabilidad está garantizada.

La confiabilidad de esta investigación se presentará mediante de los resultados obtenidos en laboratorio y de las tablas de comparación en Excel.

## 2.5. Procedimiento



## 2.6. Método de análisis de datos

En esta investigación se evalúa las propiedades mecánicas de muros tipo soga contruidos con material PET, para lograrlo se realizará la construcción de 8 muestras entre pilas y muretes contruidos con unidades de albañilería tipo PET, asentadas de par en par horizontalmente hasta alcanzar la altura respectiva de las muestras.

Se empieza con la recolección de las botellas plásticas, se limpia y se rellena con tierra de campo (CL-arcilla de baja plasticidad) compactando en 4 capas. El asentado de las piezas de albañilería se realiza empleando un mortero de relación 1:4. Lo que se busca verificar es el cumplimiento de las hipótesis planteadas en la investigación, con el objetivo de demostrar que el empleo de material PET en las unidades de albañilería cumpla con los parámetros de la norma E-070 de albañilería y se puedan emplear en la construcción de muros.

Para la verificación de lo mencionado anteriormente se reunirán los datos de los ensayos de las pilas y muretes, estos datos estarán conformados por los esfuerzos de compresión, compresión diagonal y resistencia al corte de las muestras, por otro lado, también se ensayaron muestras del mortero para determinar su resistencia a compresión y se procesaran con cualquier programa que nos permita ordenar la información y compararla con el reglamento nacional de edificaciones, la norma E-070 respectivamente, en donde encontramos los parámetros que deben cumplir tanto las unidades de albañilería como las pilas y muretes compuestos por unidades de ladrillos de arcilla cocida que se comparan con los compuestos por unidades de albañilería de material PET. De esta manera podremos deducir si los muros con albañilería PET cumplen con las características estructurales de un muro.

Es evidente apreciar que en la investigación existe una manipulación de la variable independiente en este caso vendría a ser el material PET, ya que a éste será relleno con tierra de campo (arcillosa), y su armado para formar las pilas y muretes serán modificados con el objetivo de mostrar cual presenta mejores características mecánicas. Estas características nos muestran con claridad que el diseño elegido es experimental.

## **2.7. Aspectos éticos**

Se tomó en cuenta la autenticidad de los resultados y el respeto de los autores, siendo esto las fuentes usadas en esta investigación, fueron debidamente referenciadas según ISO 690, así como también los datos obtenidos del laboratorio serán analizados respectivamente por profesionales técnicos que darán su confianza a cada resultado y este proyecto de investigación será revisada por el software del turnitin dando confiabilidad de la tesis de manera correcta.

### III. RESULTADOS

Para cumplir con este capítulo de nuestra investigación titulada: Análisis de las propiedades mecánicas de muros tipo sogá construidos con material PET Lima, 2019; se realizaron ensayos y experimentos de nuestras muestras planteadas; se empezó con la clasificación ASTM del suelo que se emplea como relleno de la botella, ensayo a compresión de 5 unidades de albañilería tipo PET, ensayo a compresión axial de 4 pilas, ensayo a compresión diagonal de 4 muretes, y también se ensayó cubos de mortero a compresión axial; con el principal fin de cumplir los objetivos específicos y llegar de esta manera a cumplir nuestro objetivo principal, que es llegar a analizar las propiedades mecánicas de muros de sogá construidos con material PET lima, 2019. La información se procesó y obtuvo por medio de: fichas técnicas del laboratorio LEM - FIC - UNI de la Universidad Nacional de Ingeniería, además del empleo de programas como Microsoft Excel para procesar datos.

Antes de iniciar a ensayar las unidades se tiene que elegir el tipo de botellas con el que se construirán las unidades de albañilería tipo PET, por ello nos basamos en la investigación que realizó González (2019), en donde el autor evalúa el espesor de la pared de diferentes botellas con la resistencia a compresión que presenta cada una de estos envases.

#### Estudios previos

##### Estudio de suelo para ser usada en el relleno de botella

De acuerdo a los estudios realizados por González (2019), quien realiza ensayos de unidades de albañilería tipo PET, recomienda usar un material de relleno que en su estudio denomina (tierra de campo arcillosa). En nuestro estudio realizaremos el ensayo de suelo empleado para el relleno la botella:

2: Suelo de la zona.



Fuente: Elaboración propia (2019)

- ❖ Análisis granulométrico por tamizado-referencia ASTM D6913/D6913M.

Tabla N° 12: Análisis Granulométrico por Tamizado.

Tamiz	Abertura (mm)	% Parcial Retenido	% Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	75			
2"	50			
1 1/2"	37.5			
1"	25			
3/4"	19			
1/2"	12.5			
3/8"	9.5			
1/4"	6.3			
N°4	4.75			100
N°10	2	0.8	0.8	99.2
N°20	0.85	3.1	3.9	96.1
N°30	0.6	2.1	6	94
N°40	0.425	2.8	8.8	91.2
N°60	0.25	6.2	15.1	84.9
N°100	0.15	7.5	22.5	77.5
N°140	0.106	5.7	28.2	71.8
N°200	0.075	3.5	31.8	68.2
FONDO		68.2		

Fuente: Elaboración Propia (2019).

- ❖ Límites de Consistencia ASTM D4318

Tabla N° 13: Límites de Consistencia



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Límite Líquido (LL)	31
Límite Plástico (LP)	20

Fuente: Elaboración Propia (2019).



❖ Clasificación SUCS ASTM D-2487

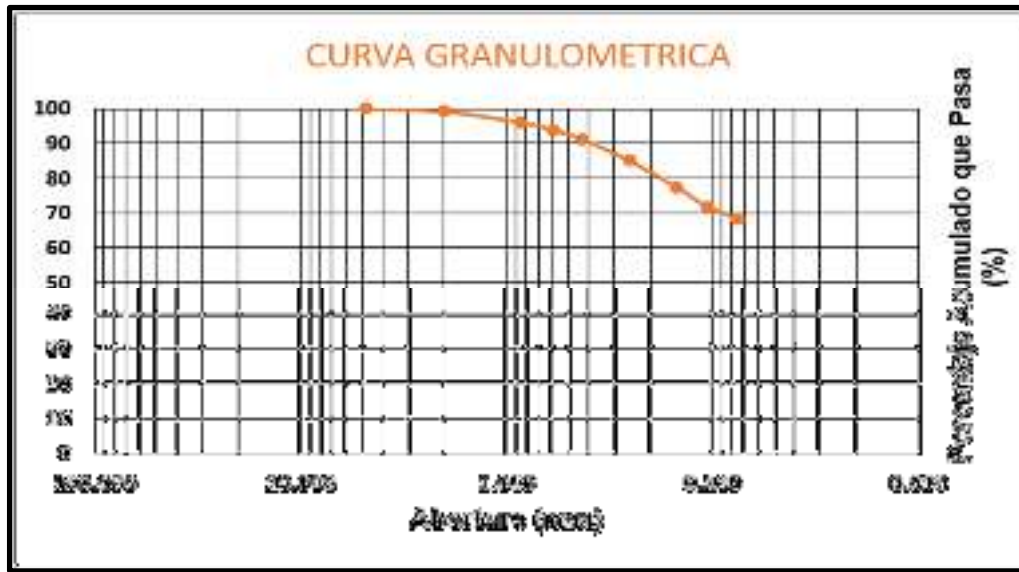
3: Sistema Unificado de Clasificación SUCS-ASTM D2487.

GRUPOS		SÍMBOLO DE GRUPO	NOMBRE DE GRUPO	CRITERIOS DE CLASIFICACION		
<b>SUELOS DE GRANO GRUESO</b> (más del 50 % es retenido en el tamiz No 200)  > 50% Ret. No 200	<b>GRAVAS</b> (más del 50% de la fracción gruesa es mayor que el tamiz No 4)  > 50% F.G. ret. Tamiz No 4	Gravas Limpias (menos de 5% de finos)	<b>GW</b> Grava bien gradada	 $Cu > 4$ y $1 < Cc < 3$ $Cu < 4$ y/o $1 > Cc > 3$		
			<b>GP</b> Grava pobremente gradada			
		Gravas con finos (más de 12% de finos)	<b>GM</b> Grava limosa	Los finos se ubican en la zona de LIMOS (ML) en la Carta de Plasticidad de Casagrande		
			<b>GC</b> Grava arcillosa	Los finos se ubican en la zona de ARCILLA (CL) en la Carta de Plasticidad de Casagrande		
			<b>GC-GM</b> Grava limosa arcillosa	Símbolo dual: Finos se ubican en la zona de signo doble (CL-ML) de la carta de plasticidad de Casagrande.		
		Gravas con 5 a 12% de finos (símbolo dual)	<b>GW-GM</b> Grava bien gradada con limo	Granulometría (Cc, Cu) y plasticidad (Carta de Plasticidad)  Símbolo dual		
			<b>GW-GC</b> Grava bien gradada con arcilla			
			<b>GP-GM GP-GC</b> Grava pobremente gradada con limo Grava pobremente gradada con arcilla			
		<b>ARENAS</b> (50% o más de la fracción gruesa pasa el tamiz No 4)  =50% F.G. Pasa Tamiz No 4	<b>ARENAS</b> (50% o más de la fracción gruesa pasa el tamiz No 4)  =50% F.G. Pasa Tamiz No 4	Arenas Limpias (poco o ningún fino)	<b>SW</b> Arena bien gradada	 $Cu > 6$ y $1 < Cc < 3$ $Cu < 6$ y/o $1 > Cc > 3$
					<b>SP</b> Arena pobremente gradada	
Arenas con finos (más de 12% de finos)	<b>SM</b> Arena limosa			Los finos se ubican en la zona de LIMOS (ML) en la Carta de Plasticidad de Casagrande		
	<b>SC</b> Arena arcillosa			Los finos se ubican en la zona de ARCILLA (CL) en la Carta de Plasticidad de Casagrande		
	<b>SC-SM</b> Arena limosa arcillosa			Símbolo dual: Finos se ubican en la zona de signo doble (CL-ML) de la carta de plasticidad de Casagrande.		
Arenas con 5 a 12 % de finos (símbolo dual)	<b>SW-SM</b> Arena bien gradada con limo			Granulometría (Cc, Cu) y plasticidad (Carta de Plasticidad)  Símbolo dual		
	<b>SW-SC</b> Arena bien gradada con arcilla					
	<b>SP-SM</b> Arena pobremente gradada con limo Arena pobremente gradada con arcilla					
	<b>SP-SC</b>					
<b>SUELOS DE GRANO FINO</b> (50 % ó mas pasa el tamiz No 200)  =50% Pasa No 200	<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Límite Líquido < 50%			<b>CL</b> Arcilla de baja plasticidad	IP > 7 y cae en o sobre la línea A	
		<b>ML</b> Limo	IP < 4 o cae bajo la línea A			
		<b>CL-ML</b> Arcilla limosa	$4 = IP = 7$ , Símbolo dual: Finos se ubican en la zona de signo doble (CL-ML).			
		<b>OL</b> arcilla ó limo orgánico	Ubicar IP en Carta Plasticidad y verificar que: LL (secado al horno) / LL (sin secado al horno) < 0.75			
	<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Límite Líquido = 50%	<b>CH</b> Arcilla de alta plasticidad	IP cae en o sobre la línea A			
		<b>MH</b> Limo elástico	IP cae bajo de la línea A			
		<b>OH</b> arcilla ó limo orgánico	Ubicar IP en Carta Plasticidad y verificar que: LL (secado al horno) / LL (sin secado al horno) < 0.75			
Suelos altamente orgánicos		<b>Pt</b> Turba	Patrón principal de identificación: color oscuro a negro, olor orgánico, textura fibrosa a amorfo. No aplican ensayos			

Fuente: L. Shuan

❖ Curva granulométrica.

4: Curva Granulométrica.



Fuente: Elaboración Propia (2019).

La curva granulométrica del suelo seleccionado para el relleno de las botellas proporciona porcentajes de los diferentes tamaños de partículas en peso, del gráfico podemos conocer el porcentaje de finos que pasó la malla N° 200, resultando el porcentaje de finos presente en el suelo de 68.2 %. Por otro lado, el gráfico nos da a conocer el porcentaje de arena, que por lo general son partículas retenidas entre el tamiz N°10 y N°200, para el suelo en estudio el porcentaje de arenas es de 31.8 %.

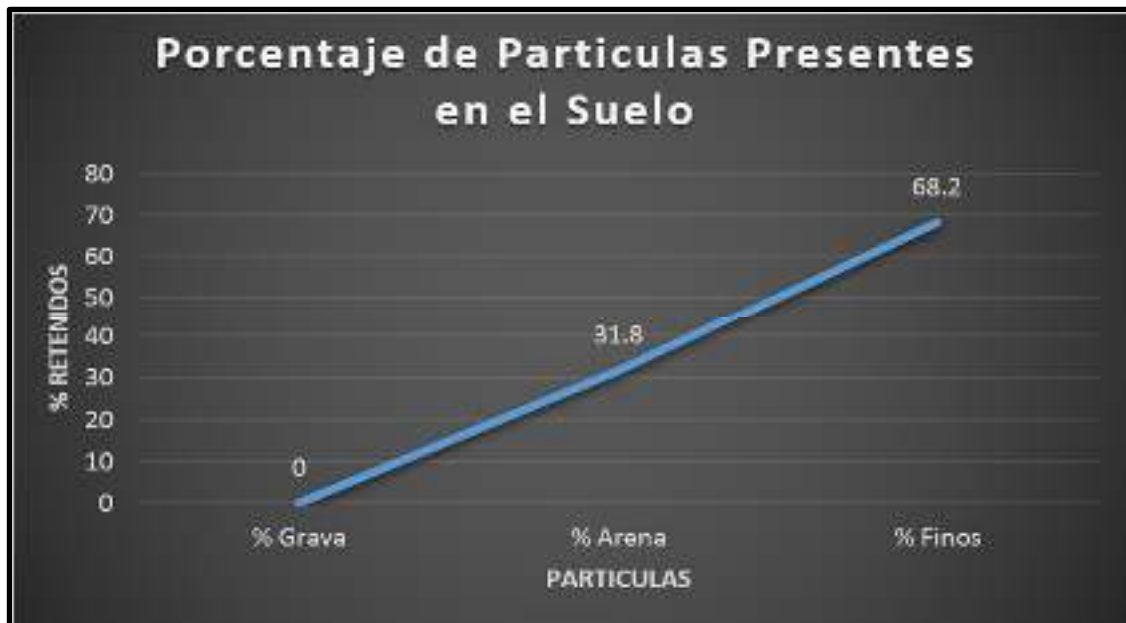
Observando la pendiente de la curva granulométrica, podemos concluir que nuestra curva posee regular gradación de partículas, ya que, la curva presenta una ligera inclinación y no es totalmente vertical. Una curva granulométrica con mucha pendiente (vertical), nos da a entender que el suelo presenta muy poca variabilidad de los tamaños de partículas.

Tabla N° 14: Porcentaje de Partículas Retenidas.

Partículas	% Retenidos
% Grava	0
% Arena	31.8
% Finos	68.2
Clasificación SUCS ASTM D2487	CL

Fuente: Elaboración Propia (2019).

## 5: % de Partículas en el Suelo.



Fuente: Elaboración Propia (2019).

Las partículas que componen el suelo de estudio está compuesta por arena y finos con porcentajes de 31.8 y 68.2 respectivamente, por otro lado la nula presencia de gravas en suelo resulta beneficiosa para ser usada como relleno en las unidades tipo PET, ya que si existiría la presencia de grava en el suelo estas perjudican a la unidad cuando sean ensayadas a compresión, ya que la grava al ser partículas angulosas y al ser sometido la carga la botella fallaría por punzonamiento y generará que la unidad PET falle con más facilidad.

### Mortero de albañilería

#### Consideraciones generales

- ✓ Cemento: El cemento usado en la mezcla del mortero patrón es el Cemento Andino Portland Tipo I, el cual cumple con las normas NTP 334.099, NTP 334.051 y ASTM C-150, en relación a sus propiedades químicas, mecánicas y físicas.
- ✓ Arena: La arena empleada para la elaboración del motero fue extraída de la cantera “San Martin de Porras S.A.”, se realizó el tamizado de la muestra para poder cumplir con la granulometría especificada en la E.070 de Albañilería
- ✓ Agua: El agua de mezcla que se utilizó para mortero patrón fue agua potable.

## **Ensayo de granulometría de la arena**

Este proceso es especificado donde los resultados del ensayo de granulometría y módulo de fineza del agregado grueso según la NTP 400.012 .

### **Procedimiento**

1. Se deja secar en el horno ( $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ) una muestra de arena gruesa más de 3 kg, por no menos de 24 horas.
2. La muestra se encuentra completamente seca, se dejará enfriar en un tiempo de 15 min, posteriormente seguir con el método del cuarteo para conseguir una muestra específica.
3. Se toma una muestra de 600 gr colocando en la pila de tamices, por cual deberían estar al alcance y en un orden de acuerdo al tamaño del orificio de los tamices usando en una máquina de vibración en un lapso de tiempo de 1.5 minutos
4. Estos resultados se realiza mediante retención de pesos en cada tamiz para adquirir resultados como el porcentaje retenido acumulado en cada uno de los tamices y se realiza el cálculo el módulo de fineza como se observa en la tabla N°15 y N° 16.
5. Equipo: el equipo y herramientas utilizadas.
  - ✓ Horno de laboratorio, temperatura de  $200^{\circ}\text{C}$ .
  - ✓ Recipiente, badilejo, espátula, guantes.
  - ✓ Balanza con una precisión de 0.5 gr.
  - ✓ Tamices N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, Fondo.
  - ✓ Máquina de vibración.

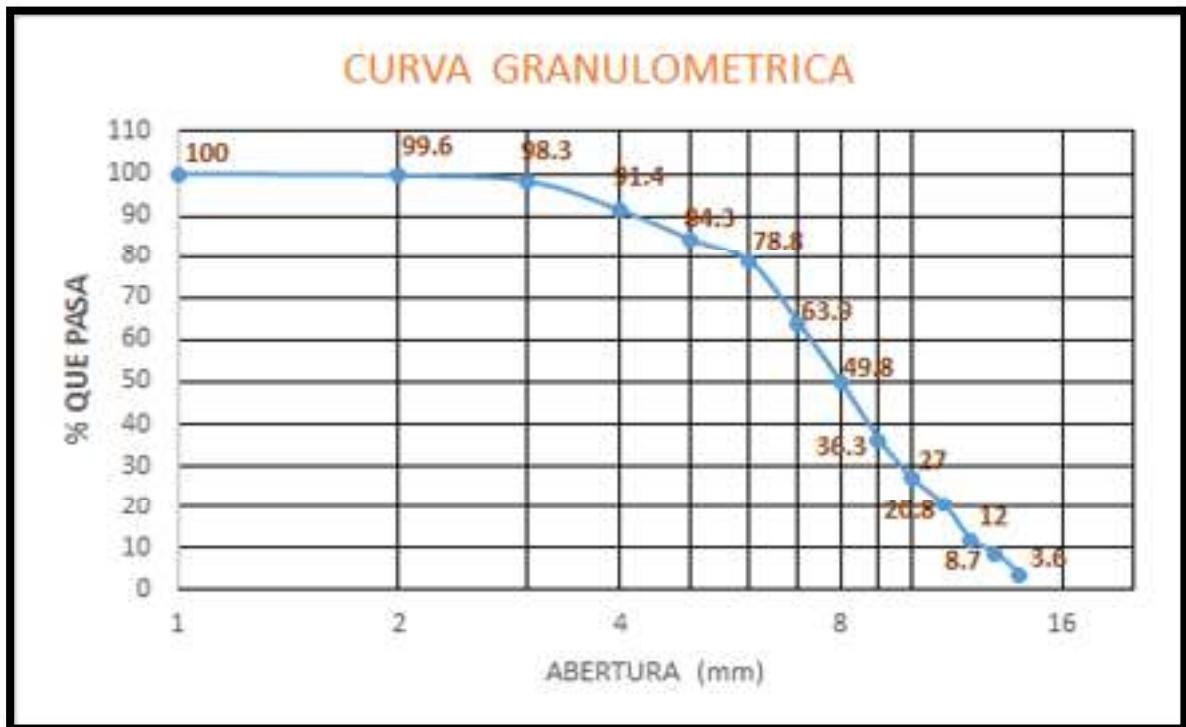
## Resultados

Tabla N° 15: Ensayo de granulometría.

GRANULOMETRÍA NTP 339.128(99)			
Tamiz Malla N°	% Retenido	% Pasa	ESPECIFIC.
3/8"		100	100
1/4"	0.4	99.6	
N° 4	1.3	98.3	95-100
N° 6	6.9	91.4	
N° 8	7.1	84.3	80-100
N° 10	5.5	78.8	
N° 16	14.9	63.9	50-85
N° 20	14.1	49.8	
N° 30	13.5	36.3	25-60
N° 40	9.3	27	
N° 50	6.2	20.8	10-30
N° 80	8.8	12	
N° 100	3.3	8.7	2-10
N° 200	5.1	3.6	
	3.6		

Fuente: Propia (2019).

6: Curva granulométrica de la Arena.



Fuente:Elaboración Propia (2019).

Tabla N° 16: Peso específico de la Arena.

<b>RESULTADOS</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDADES</b>
Peso específico bulk seco	2682 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico bulk	2704 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico de sólidos	2742 kg/m <sup>3</sup>
Absorción de agua %	0.8
Módulo de finura	2.8
Granulometría	ASTM-C144

Fuente: Elaboración propia (2019).

### Diseño de Mortero

Para el diseño de morteros la Norma de Albañilería E.070 establece la relación de morteros para muros, para el diseño de mortero usaremos una relación de cemento: arena de 1:4 en (volumen) con una resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>, que se emplea para unir las unidades de albañilería PET que conforman nuestras muestras de pilas y muretes.

### Características físicas de los materiales y de la mezcla

M.F. Arena: 2.88

Vol. Agregados: 0.64

Cementante: 430 kg

Arena ABS(%): 0.8

Arena: 100

R a/c : 0.5

Tabla N° 17: Diseño de mortero mediante el Método ACI 211.

<b>MATERIALES</b>	<b>Cemento Tipo I</b>	<b>Agua</b>	<b>Arena</b>	<b>TOTAL</b>
<b>PROCEDENCIA</b>	Cemento Andino	Potable	San Martin de Porras S.A.	
<b>P.ESP.kg/m<sup>3</sup></b>	3120	1000	2682	
<b>HUM.%</b>			2.41	
<b>PESO SECO Kg</b>	430	220	1722.3	
<b>VOL.</b>	0.13782	0.22	0.64218	1
<b>PESO S.S.S Kg</b>	430	234	1722	2386
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>	430	192.27	1763.83	2386.1
<b>DOSIFICACIÓN 1M<sup>3</sup></b>	430 kg	192.27 L	1763.83 Kg	2386.1

Fuente: Elaboración propia (2019).

### Ensayo de Compresión de Mortero

La norma propone un procedimiento de los ensayos de morteros con cemento, utilizando especímenes cuadrados de 25mmx25mm, que serán llenados en dos capas compactando cada capa hasta llenar el molde. El curado de cubitos se realiza en la primera etapa en su propio molde durante un día, luego se extrae del molde y se sumerge en agua hasta el día que se proceda a ensayar las muestras.

El ensayo de muestra de mortero se realizará a los 3,7 y 28 días respectivamente, esto con el objetivo de observar la calidad el mortero.

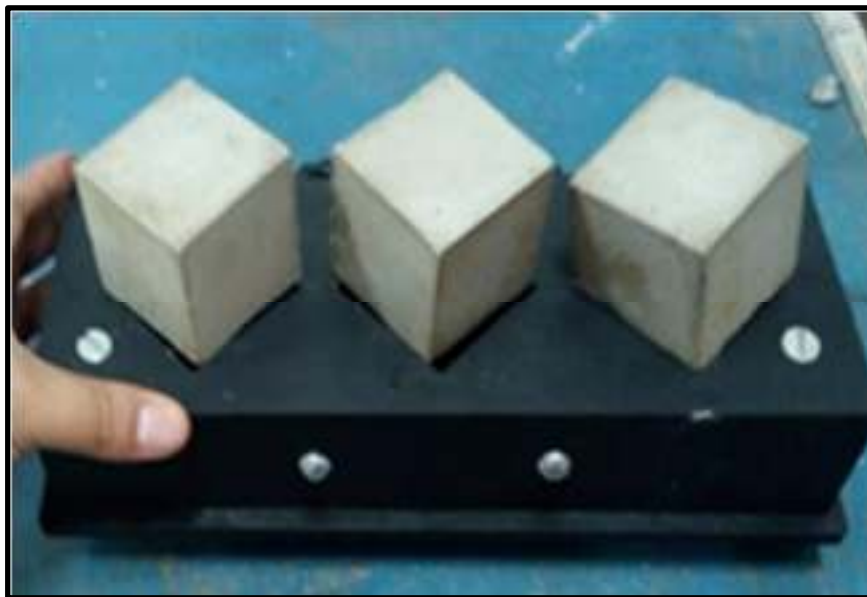
$$\text{Resistencia compresión (f'c)} = P / A \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Donde:

P: Carga aplicada máxima (kg).

A: Área de superficie en contacto (cm<sup>2</sup>).

7: Muestras de mortero.



Fuente: Propia (2019).

## Resultados

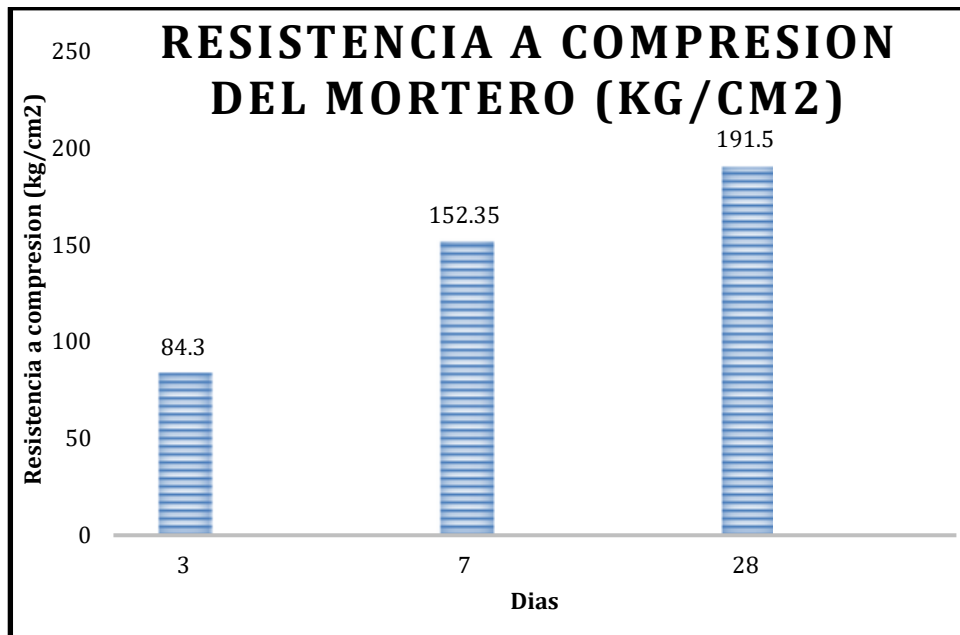
Se presenta los resultados de resistencia a compresión obtenidos de los especímenes de mortero cumplido los días de curado respectivos.

Tabla N° 18: Resultados de la resistencia a compresión del mortero (kg/cm<sup>2</sup>).

ESPECIMEN	CURADO (días)	DIMENSIONES (cm)		AREA (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Esfuerzo a Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)			
CUBO-P-01	3	2.5	2.5	6.25	545	87.2
CUBO-S-01	3	2.5	2.5	6.25	509	81.4
CUBO-P-02	7	2.5	2.5	6.25	941	150.6
CUBO-S-02	7	2.5	2.5	6.25	936	154.1
CUBO-P-03	28	2.5	2.5	6.25	1205	192.8
CUBO-S-03	28	2.5	2.5	6.25	1.189	190.2

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Figura N° 13: Resistencia a compresión del mortero.



Fuente: Propia (2019).

## Interpretacion:

Los resultados de compresión de mortero son los esperados, mientras más tiempo se cure el mortero mayor resistencia adquirirá las muestras.



## Ensayos de unidades de albañilería

### Resistencia a compresión y densidad de unidades de albañilería tipo PET

Proceso de construcción de las unidades de albañilería tipo PET:

- a) Se seleccionó el tipo de botella, para elegir el tipo de envase adecuado nos basamos en la tesis de González (2019), quien realizó ensayos de diferentes envases y concluyó que los espesores de las paredes de la botella guardan relación con su resistencia a compresión, (a mayor espesor mayor será la resistencia). Tomando como base la investigación de González se eligió la botella Coca-Cola de 500ml.

8: Coca Cola - 500ml.



Fuente: Foto propia (2019).

- b) Se procedió a la recolección de 300 botellas de tipo Coca Cola - 500ml.

9: Recolección de botellas.



Fuente: Fotos propias (2019).

- c) Por otro lado, para el material de relleno de las botellas se empleó el suelo presente en la zona donde se construyó las muestras de muretes y pilas, el tipo de suelo es un suelo CL- arcilla de baja plasticidad.
- d) La botella se llenó en cuatro capas, se llenaba la primera capa y se compacto con 40 golpes, y así se realizaba con las 3 siguientes capas hasta llenar la botella por completo.
- e) Para la compactación se utilizará una barra de acero, con la cual se chusea con 40 golpes cada capa como se puede ver en la imagen N°24.

Figura N° 14: Llenado y compactacion de botellas.



Fuente: Elaboración propia (2019).

- f) Una vez concluida el proceso de compactación de las 4 capas se procede al tapado. De esta manera estaríamos concluyendo la elaboración de las unidades de albañilería tipo PET como se puede ver en la imagen N° 25.

Figura N° 15: Unidades de albañilería tipo PET.



Fuente: Elaboración propia (2019).

## Resultados de Resistencia Compresión

Tabla N° 19: Resistencia a compresión de unidades tipo PET.

Item	Largo promedio (cm)	Ancho promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Área Bruta Aproximada (cm <sup>2</sup> )	Carga (P) (kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
PET-1	21	5.55	3.5	116.5	2540	21.8
PET-2	21	5.55	3.5	116.5	2560	21.97
PET-3	21	5.55	3.5	116.5	2500	21.46
PET-4	21	5.55	3.5	116.5	2200	18.88
PET-5	21	5.55	3.5	117	2500	21.45
<b>f`c promedio</b>						<b>21.12</b>

Fuente: Elaboración Propia (2019).

## Desviacion Estandar

Tabla N° 20: Desviación estándar de unidades tipo PET.

LADRILLO TIPO (PET)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	DIFERENCIA (D)	(D <sup>2</sup> )
PET-01	21.8	0.69	0.47
PET-02	21.97	0.86	0.73
PET-03	21.46	0.35	0.12
PET-04	18.88	-2.23	4.99
PET-05	21.46	0.35	0.12
<b>Promedio</b>	21.11	0.02	1.29
<b>Varianza</b>	<b>1.29</b>		
<b>Desviación Estándar</b>	<b>1.27</b>		
<b>Coefficiente de Variación (CV)%</b>	<b>6.01</b>		
<b>F`c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>19.84</b>		

Fuente: Elaboración propia (2019).

## Resultados de Densidad de piezas de albañilería tipo PET

Tabla N° 21: Densidad de las piezas de Albañilería Tipo PET.

<b>DENSIDAD DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO PET</b>			
<b>MUESTRA</b>	<b>VOLUMEN (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>MASA (gr)</b>	<b>DENSIDAD (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
B-01	593.94	1170	1.97
B-02	593.94	1175	1.98
B-03	593.94	1170	1.97
B-04	593.94	1180	1.99
B-05	593.94	1195	2.01
B-06	593.94	1160	1.95
B-07	593.94	1185	1.99
B-08	593.94	1150	1.94
B-09	593.94	1160	1.95
B-10	593.94	1170	1.97
<b>DENSIDAD PROMEDIO</b>			<b>1.97</b>

Fuente: Elaboración Propia (2019).

La densidad promedio de la unidad de albañilería tipo PET es 1.97 gr/cm<sup>3</sup>, este valor supera a los valores de densidad que se establece en la norma ITINTEC 331.017, en donde la densidad más alta lo tiene el ladrillo tipo v con una densidad de (1.70 gr/cm<sup>3</sup>), la densidad promedio de las unidades de albañilería tipo PET es altamente beneficioso, ya que, los materiales que presentan altos valores de densidad, son los que presentan mejores propiedades mecánica para fines estructurales.

### Resultados a compresión Axial de unidades de Albañilería tipo (A,B,C)

El ensayo se realizó según la norma E - 0.70 de Albañilería, en la siguiente tabla 22. Se detalla el número de ensayos por cada tipo de bloque que se empleó para elaborar los muretes y pilas de albañilería, los bloques a ser usados tienen la siguiente característica en esta presente tesis.

- A. Ladrillo King Kong 18H 30% de Vacíos. - Esta unidad de albañilería es de la marca LARK, esta unidad tiene una clasificación Tipo V. Será denominada en esta investigación como ladrillo “Tipo A”.

- B. Ladrillo King Kong 18H: Esta unidad de albañilería es de marca Lark y su clasificación es de tipo IV donde será denominado en esta investigación como ladrillo “Tipo B”.
- C. Ladrillo Pandereta Lisa: Esta unidad de albañilería es de marca Lark y tiene una clasificación no estructural donde esta es empleada en tabiques, será denominado en esta investigación como ladrillo “Tipo C”.

Tabla N° 22: Número de ensayos de muestras de albañilería.

Tipo de Ladrillo	Ensayo	Cantidad de Muestras
A	Compresión axial	5
B	Compresión axial	5
C	Compresión axial	5

Fuente: Elaboración Propia (2019).

### **Resistencia a compresión de las unidades de albañilería**

Se realiza el detalle del proceso y los ensayos de resistencia a compresión de las unidades de albañilería ( $f^b$ ) según la NTP 399.613.

#### **Procedimiento**

- a) El ensayo a compresión axial se realizará en unidades enteras de albañilería, como el ladrillo de PET debe encontrarse totalmente secas y también las demás unidades a ensayar. Las unidades elegidas como el ladrillo King Kong y Pandereta para el ensayo son colocadas en el horno a una temperatura de 105°C a 115°C, en un lapso al menos 24 horas.
- b) Se deja enfriar las unidades de albañilería las cuales son el ladrillo King Kong y Pandereta por al menos 4 horas.
- c) Se toma dos medidas por dimensión de cada unidad de albañilería a ensayar (Largo, Ancho, Altura), con la finalidad de tener el promedio de estas dimensiones.
- d) Se pone capas superiores e inferiores en las unidades de albañilería con una mezcla de yeso - cemento-agua con una relación de volumen de 1:2:2, con la finalidad de nivelar la zona donde se va a aplicar la carga, dejar secar por al menos 24 horas.

e) Ensayo: Se utilizará una prensa calibrada (máquina de compresión) que proporcione una carga continua, se colocará el espécimen en el dentro de unas planchas metálicas de 1", la cual estará centrada en la máquina de compresión, se ajusta el cabezal de tal manera que el espécimen se encuentre reajustado, seguidamente se aplicó una carga axial con no mayor de 1.27 mm/min. Ver figura N<sup>a</sup> (26).

f) Cálculo de la resistencia a la compresión del espécimen:

El cálculo de la resistencia a la compresión es el cociente entre la carga máxima de falla o rotura y el área bruta de la muestra.

$$\text{Resistencia a la Compresión} = P / A$$

**P:** Carga máxima de rotura o de falla de los ladrillos, en (kg).

**A:** Área de la cara de asiento de los ladrillos, adquiriendo y promediando las áreas brutas de la cara inferior y superior.

g) Se calculará una resistencia a la compresión promedio ( $f'c$ ) con los(n) resultados, de los que muestran las mismas características.

h) Equipo: Se detalla el equipo y las herramientas utilizadas.

- Horno de laboratorio, temperatura máxima 200°C, Bandeja y mesa de base nivelada para la elaboración de la mezcla, Planchas metálicas de espesor igual a 1", de área mayor al espécimen, Máquina de compresión calibrada, con capacidad no menor a 100 t.

Figura N<sup>o</sup> 16: Ensayo de compresión en unidades de albañilería.



Fuente: Elaboración Propia (2019).

## Resultados

Se detallan los resultados alcanzados en los ensayos de compresión axial de las unidades de albañilería seleccionadas.

- a) **Ensayo ladrillo Tipo A:** Se detallan los resultados de las mediciones realizadas (Ver Tabla N° 18).

Tabla N° 23: Resultados del ensayo de compresión axial del ladrillo Tipo “A”.

Ítem	Largo promedio (cm)	Ancho promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (P) (kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
A-1	23.76	12.82	9.14	304.6	80200	263.29
A-2	23.71	12.87	9.12	305.15	75600	247.75
A-3	23.76	12.78	9.15	303.65	76800	252.92
A-4	23.91	12.97	9.08	310.11	77900	251.2
A-5	23.71	12.87	9.11	305.15	79500	260.53
<b>f'c promedio =</b>						<b>255.14</b>

Fuente: Elaboración Propia (2019).

## Desviacion Estandar

Tabla N° 24: Desviación estándar unidad tipo “A”.

LADRILLO TIPO (A)	RESISTENCIA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	DIFERENCIA (D)	(D <sup>2</sup> )
A-1	263.29	8.15	66.455
A-2	247.75	-7.39	54.583
A-3	252.92	-2.22	4.92
A-4	251.2	-3.94	15.508
A-5	260.53	5.39	29.074
<b>Promedio</b>	255.14	-1.14E-14	34.108
<b>Varianza</b>		<b>34.11</b>	
<b>Desviación Estándar</b>		<b>6.53</b>	
<b>CV (%)</b>		<b>2.56</b>	
<b>F'c (Kg/cm<sup>2</sup>) =</b>		<b>248.61</b>	

Fuente: Elaboración Propia (2019).

- b) **Ensayo ladrillo Tipo B:** Se detallan los resultados de las mediciones realizadas (Ver Tabla 19).

Tabla N° 25: Resultados del ensayo de compresión axial del ladrillo Tipo “B”.

Ítem	Largo promedio (cm)	Ancho promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (P) (kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
B-1	22.92	12.41	9.14	284.44	54300	190.9
B-2	22.88	12.5	9.02	286	52100	182.17
B-3	23.02	12.38	9.06	284.99	55000	192.99
B-4	22.89	12.34	9.02	282.46	54600	193.3
B-5	22.06	12.34	9.22	272.22	53000	194.7
<b>f'c promedio =</b>						<b>190.81</b>

Fuente: Elaboración Propia (2019).

### Desviacion Estandar

Tabla N° 26: Desviación estándar en unidad tipo “B”.

LADRILLO TIPO (B)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	DIFERENCIA (D)	(D <sup>2</sup> )
B-1	190.9	0.088	0.008
B-2	182.17	-8.642	74.684
B-3	192.99	2.178	4.744
B-4	193.3	2.488	6.19
B-5	194.7	3.888	15.117
<b>Promedio</b>	190.812	1.71E-14	20.148
<b>Varianza</b>	<b>20.14</b>		
<b>Desviación Estándar</b>	<b>5.02</b>		
<b>Coefficiente de Variación (CV)%</b>	<b>2.63</b>		
<b>F'c (Kg/cm<sup>2</sup>) =</b>	<b>185.79</b>		

Fuente:Elaboracion Propia (2019).



- c) **Ensayo ladrillo Tipo C:** Se detallan los resultados de las mediciones realizadas (Ver Tabla 20).

Tabla N° 27: Resultados del ensayo de compresión axial del ladrillo Tipo “C”.

Ítem	Largo promedio (cm)	Ancho promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (P) (kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
C-1	23.11	11.04	9.3	255	9350	36.65
C-2	23.05	11.13	9.29	257	11200	43.66
C-3	22.76	11.08	9.06	252	9300	36.88
C-4	22.73	11.04	9.17	251	12000	47.82
C-5	23.08	10.99	9.34	254	9700	38.24
<b>f'c promedio =</b>						<b>40.65</b>

Fuente: Elaboración Propia (2019).

### Desviación Estandar

Tabla N° 28: Desviación estándar unidad tipo “C”.

LADRILLO TIPO (C)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	DIFERENCIA (D)	(D <sup>2</sup> )
C-1	36.65	-4	16
C-2	43.66	3.01	9.06
C-3	36.88	-3.77	14.21
C-4	47.82	7.17	51.41
C-5	38.24	-2.41	5.81
<b>Promedio</b>	40.65	1.42E-15	19.3
<b>Varianza</b>	<b>19.3</b>		
<b>Desviación Estándar</b>	<b>4.91</b>		
<b>Coficiente de Variación (CV)%</b>	<b>12.08</b>		
<b>F'c ( kg/cm<sup>2</sup>) =</b>	<b>35.74</b>		

Fuente: Elaboración propia (2019).

### Clasificación de las unidades de albañilería

Los requisitos obligatorios realizados en las unidades de albañilería denominadas Tipo “A”, Tipo “B” y Tipo “C”, se muestra en la (tabla 21) el resumen de los ensayos, y su clasificación de acuerdo a la NTE E-0.70 de Albañilería. Resultando el ladrillo Tipo A como Tipo IV, el ladrillo Tipo B como no estructural y el ladrillo de PET Tipo C como no estructural.

Tabla N° 29: Resultados de los ensayos y clasificación.

Tipo de ladrillo	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Clasificación según la NTE E-0.70. de albañilería
"A"	248.61	Tipo V
"B"	185.79	Tipo IV
"C"	35.74	Unidad de albañilería NO estructural

Fuente: Elaboración Propia (2019)

**OBJETIVO ESPECÍFICO N°1:** Determinar la resistencia mecánica a compresión axial de muros tipo soga contruidos con material PET lima, 2019.

Para determinar este objetivo lo primero que se tuvo que conocer es la resistencia a compresión de la unidad de albañilería, para la cual se tomarán datos existentes y se verificarán con el ensayo de 5 unidades de albañilería tipo PET de elaboración propia, que en este caso vendría hacer la botella de Coca-Cola (500ml), rellena con tierra de campo clasificada como una (CL-arcilla de baja plasticidad); una vez se realice los ensayos de las unidades se construirán los muretes y las pilas que son las muestras que se realizan para la construcción de muros.

### Proceso constructivo de muestras de pilas con unidades de ladrillos

La construcción de pilas con unidades de albañilería se realizó de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Peruana 399.605, donde nos indica los procedimientos de construcción. A continuación, se menciona el procedimiento de construcción:

- El prisma debe ser construido con las unidades que se emplee en la construcción, además no deben presentar impurezas ajenas al material que compone la unidad de albañilería.

- Lo ensayos se realizarán a la edad que se quiera obtener la resistencia a compresión de las unidades, se recomienda realizar los ensayos a los 14 y 28 días de curado.
- El prisma se debe construir en una zona sin perturbaciones de cambios bruscos de clima, y sobre una superficie regular y nivelada, además se debe cubrir por completo con una bolsa para evitar la pérdida de agua.
- El prisma se construirá con unidades asentadas unas sobre otras mediante una junta de mortero de 1.5cm.
- Cada muestra de prisma debe contener unidades de albañilería completamente enteras.

Figura N° 17: Pilas de unidades de ladrillo.



Fuente: Elaboración Propia (2019).

### **Proceso de Construcción de muestras de pilas con unidades de albañilería tipo PET**

**Paso 1:** construcción de paneles a base tablas y barrotes de madera con dimensiones interiores de:

$L=0.27m$ ,  $A=0.15m$ ,  $H=0.40m$

**Paso 2:** Armado y nivelado en una superficie uniforme de los paneles que conforman el encofrado de la pila

**Paso 3:** Preparación de la mezcla de mortero para asentar las unidades de albañilería tipo PET.

**Paso 4:** Concluido con los pasos anteriores, se procede al asentado de las unidades de albañilería, el asentado que se realiza es tipo sogá:

- Se empieza con la colocación de un emplantillado de 1.5 cm aproximadamente, sobre la cual se asienta como primera hilada dos unidades respectivamente amarradas con alambres recocido.

Figura N° 18: Unidades que conforman una pila.



Fuente: Elaboración Propia (2019).

- En las pilas se asentó sobre el primer par de unidades los siguientes pares de unidades hasta alcanzar la altura requerida para la pila, la pila está compuesta por 10 unidades de albañilería PET.
- Al día siguiente se retira los paneles y se procede al curado de las pilas con agua potable para aumentar su resistencia.
- Por último, se deja curar por 28 días, según lo establecido en la Norma E.070 de Albañilería.

Figura N° 19: Pilas a 28 días de curado.



Fuente: Elaboración propia (2019).

## Resultados

### Pruebas de laboratorio de pilas de ladrillos tipo “A” y unidades de albañilería tipo PET, empleando mortero con relación 1:4

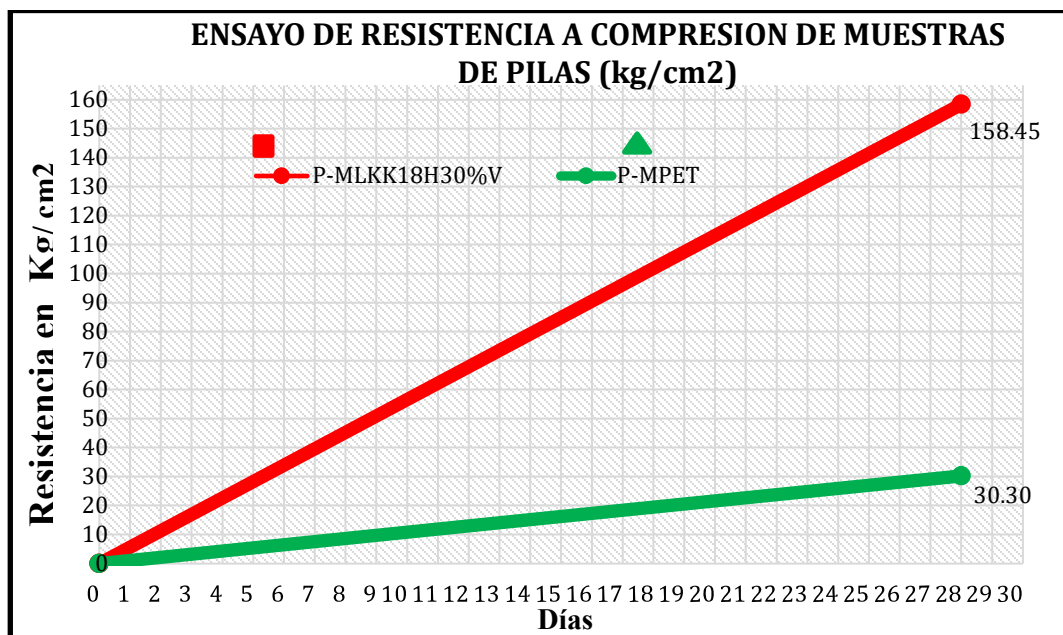
En la siguiente tabla 30, se detallan los resultados de los ensayos de pilas compuestas por unidades de albañilería de tipo A y tipo PET, para las cuales se empleó un mortero tradicional de relación 1:4.

Tabla N° 30: Datos de compresión axial de pilas con unidades tipo “A” y tipo PET.

PILAS CON UNIDADES TIPO A Y UNIDADES TIPO PET					
Muestra	Curado (días)	Área (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (Kg)	f c Axial (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a Compresión Promedio(kg/cm <sup>2</sup> )
P-MLKK18H30%V-01	28	207900	30250	158.2	158.45
P-MLKK18H30%V-02	28	206900	30200	158.7	
P-MPET-01	28	418.5(cm <sup>2</sup> )	12250	29.3	30.3
P-MPET-02	28	406.5(cm <sup>2</sup> )	13300	32.7	
P-MPET-03	28	399.6(cm <sup>2</sup> )	10850	27.2	
P-MPET-04	28	391.5(cm <sup>2</sup> )	12550	32.1	

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Figura N° 20: Ensayo a compresión axial de pilas.



Fuente: Elaboración Propia (2019).

La siguiente tabla (31), representa la comparación en porcentajes de las resistencias de las muestras de pilas conformadas por ladrillos tipo I y unidades tipo PET, empleando un mortero en relación 1:4, a un tiempo de curado de 28 días.

Tabla N° 31: Resistencia a compresión axial en % de pilas.

<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL EN % DE PILAS</b>		
<b>Muestra( TIPO A Y PET)</b>	<b>Ensayo de compresión Axial en Pilas</b>	
<b>Tipos de Muestras</b>	<b>28 días</b>	
	kg/cm2	%
<b>P-MLKK18H30%V</b>	158.45	100
<b>P-MPET</b>	30.3	19.12

Fuente: Elaboración Propia (2019).

### **Interpretación**

En este capítulo, se realiza el análisis de los datos recolectados en los ensayos de de pilas elaborados con unidades tipo I y tipo PET (solo a los 28 días).

Los resultados obtenidos de la unidad tipo A, arrojó una resistencia promedio a compresión a los 28 días de (158,45 kg/cm2) lo que en porcentaje representa una resistencia al 100%, mientras que las muestras de pilas conformadas por unidades tipo PET ensayadas a los 28 días presentan una resistencia de (30.30kg/cm2) lo que en porcentaje seria 19.12%. La resistencia de las muestras de pilas construidas a base de unidades de PET y mortero con relación 1:4, curado a los 28 días representa una resistencia muy por debajo de las pilas con ladrillos tipo A.

El tipo de falla presente en ambas muestras es una grieta vertical, en el caso de muestras de pilas con unidades tipo A, la grieta atraviesa tanto a la junta como a la unidad. Sin embargo en las pilas con unidades de PET, la falla se originó en las juntas de mortero sin perjudicar a la unidad PET, quedando está intacta.

Las pilas de albañilería tipo A representa un 80% de resistencia en su favor respecto a las pilas de albañilería PET.

**Pruebas de laboratorio de pilas de ladrillos tipo “B” y unidades de albañilería tipo PET, empleando mortero con relación 1:4**

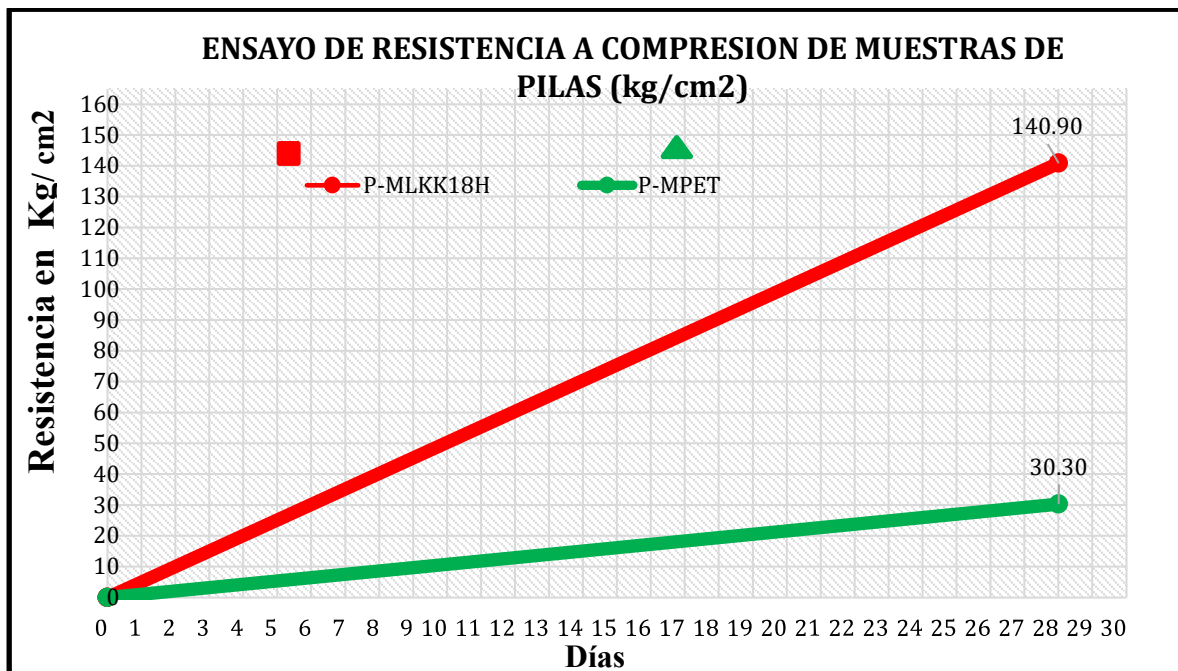
En la tabla (32), se muestran los datos de los ensayos realizados de pilas construidas con unidades de albañilería tipo “B” y unidades de albañilería tipo PET, para ambas muestras se utilizó un mortero tradicional con relación 1:4.

Tabla N° 32: Datos de compresión axial de pilas con unidades tipo “B” y tipo PET.

PILAS CON UNIDADES TIPO (B) Y UNIDADES TIPO PET					
Muestra	Curado (días)	Área (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (Kg)	f'c Axial (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a Compresión Promedio(kg/cm <sup>2</sup> )
P-MLKK18H30%V-01	28	165600	21400	139.6	140.9
P-MLKK18H30%V-02	28	162100	21300	142.2	
P-MPET-01	28	418.5(cm <sup>2</sup> )	12250	29.3	30.3
P-MPET-02	28	406.5(cm <sup>2</sup> )	13300	32.7	
P-MPET-03	28	399.6(cm <sup>2</sup> )	10850	27.2	
P-MPET-04	28	391.5(cm <sup>2</sup> )	12550	32.1	

Fuente N° 40: Elaboración Propia (2019).

Figura N° 21: Ensayo de resistencia a compresión de muestras de pilas kg/cm<sup>2</sup>.



Fuente: Elaboracion Propia (2019).

Tabla N° 33: Resistencia a compresión axial en % de pilas.

<b>Ensayo de compresión Axial en Pilas</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Ensayo de compresión Axial en Pilas</b>	
<b>Tipos de Muestras</b>	<b>28 días</b>	
	kg/cm <sup>2</sup>	%
<b>P-MLKK18H</b>	140.9	100
<b>P-MPET</b>	30.3	21.5

Fuente: Elaboración Propia (2019).

### **Interpretación**

Los análisis de los datos se analizan a los 28 días, se analiza los especímenes de ladrillos tipo B y unidades tipo PET, empleando en ambos casos un mortero de relación 1:4. Las pilas con ladrillos tipo B presenta una resistencia de (140.9kg/cm<sup>2</sup>) a los 28 días, lo que en porcentaje para ambos casos representa un 100% en resistencia, en relación a las pilas tipo PET, que tienen una resistencia de (30.30kg/cm<sup>2</sup>) que en porcentaje representa 21.50 % respecto a las muestras. El tipo de falla cuando se emplea piezas de albañilería PET es una grieta vertical que corta al mortero.

En los ensayos de pilas de ladrillos tipo B, los resultados en pilas con unidades tipo B y tipo PET representan una variación aproximada de 78.49% en favor de las muestras de ladrillos tipo B, de esto se concluye que las pilas con piezas PET no superan los valores de pilas con ladrillos tipo B.

### **Pruebas de laboratorio de pilas de ladrillos tipo “C” y unidades de albañilería tipo PET, empleando mortero con relación 1:4**

En la tabla (34), se dan a conocer todos los datos obtenidos de los ensayos de compresión axial de pilas construidas con unidades de albañilería diferentes, el primer grupo de pilas construidas con ladrillos tipo “C” y el segundo grupo con unidades de PET.

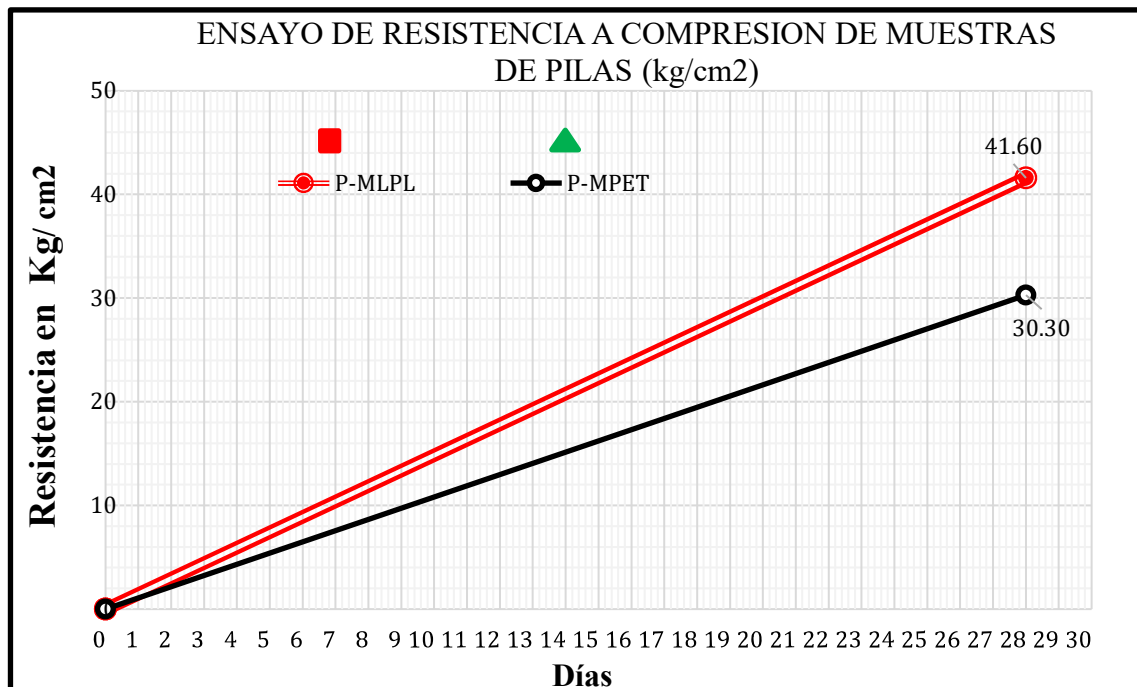


Tabla N° 34: Datos de compresión axial de pilas con unidades tipo “C” y tipo PET.

PILAS CON UNIDADES TIPO C Y UNIDADES TIPO PET					
Muestra	Curado (días)	Área (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (Kg)	f'c Axial (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a Compresión Promedio(kg/cm <sup>2</sup> )
P-MLPL-01	28	253000	9300	41.6	41.6
P-MPET-01	28	418.5(cm <sup>2</sup> )	12250	29.3	30.30
P-MPET-02	28	406.5(cm <sup>2</sup> )	13300	32.7	
P-MPET-03	28	399.6(cm <sup>2</sup> )	10850	27.2	
P-MPET-04	28	391.5(cm <sup>2</sup> )	12550	21.1	

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Figura N° 22: Ensayo de resistencia a compresión de muestras de pilas kg/cm<sup>2</sup>.



Fuente: Elaboración Propia (2019).

Tabla N° 35: Resistencia a compresión axial en % de pilas.

Resistencia a compresión axial en % de pilas		
Muestra	Ensayo de compresión Axial en Pilas	
Tipos de Muestras	28 días	
	kg/cm <sup>2</sup>	%
P-MLPL	41.9	100
P-MPET	30.3	72.32%

Fuente: Elaboración Propia (2019).

## **Interpretación**

El análisis de los resultados de muestras ensayados a los 28 días, nos brindan las resistencias obtenidas por pilas tradicionales con unidades de albañilería tipo “C”: ladrillo pandereta liso y pilas con unidades de PET. La resistencia a compresión registrada por las pilas de ladrillo pandereta está al 100% (41.9 kg/cm<sup>2</sup>) con relación a la resistencia adquirida por pilas de unidades de PET (30.30 kg/cm<sup>2</sup>) que representa un 72.32% en resistencia. La falla que se presenta en las muestras de albañilería es explosiva mientras que las pilas con PET fallan mediante una grieta vertical que corta al mortero.

En este tipo de ensayos los valores de resistencia a compresión de pilas de pandereta lisa (tipo “C”) y pilas con material PET, representan un valor de varianza aproximadamente de 28% a favor de las pilas de ladrillos tipo (“C”), ya que, las pilas de PET, no logra superar las resistencias de pilas de piezas de ladrillo tipo “C”.

**OBJETIVO ESPECÍFICO N°2:** Determinar la resistencia mecánica a compresión diagonal de muros de soga construidos con material PET, lima 2019.

Para cumplir nuestro segundo objetivo, se realizó la construcción de 4 muretes con dimensiones de 0.75xHx0.15 los cuales serán sometidos a compresión diagonal, en este ensayo a diferencia de los de compresión axial, es que, la carga se aplica en los vértices del murete. Aquí presentamos lo datos obtenidos del laboratorio LEM de la Universidad Nacional de Ingeniería.

## **Proceso de Construcción de muestras de muretes con unidades de ladrillo**

La elaboración muretes se realizó en base a lo establecido en la Norma Técnica Peruana 399.621, donde enmarca todo el procedimiento constructivo y curado de muretes. A continuación, se describe el procedimiento utilizado:

- Se utiliza unidades de albañilería libre de impurezas.
- Las dimensiones mínimas de los muretes son 600x600mm.
- La construcción se realiza en una superficie nivelada.
- El mortero para asentar unidades tiene una relación 1:4.
- Las juntas tendrán un espesor de 1.5 cm que serán controladas por el escantillón.
- Se asienta la unidad una sobre otra, es posible cortar las unidades para generar un correcto amarre.
- Se cubre el murete con una bolsa para evitar que se pierda agua.

Figura N° 23: Construcción de muestras de unidades de ladrillo.



Fuente: Elaboración Propia (2019).

### **Proceso de Construcción de muestras de muretes con unidades de albañilería tipo PET**

**Paso 1:** Construcción de paneles de madera para confinar el mortero y retener las unidades de albañilería.

**Paso 2:** Armar y nivelar los paneles en una superficie plana dejando el espacio interior con las siguientes dimensiones:

$L= 0.75\text{m}$ ,  $A= 0.15\text{m}$ ,  $H=0.57\text{m}$

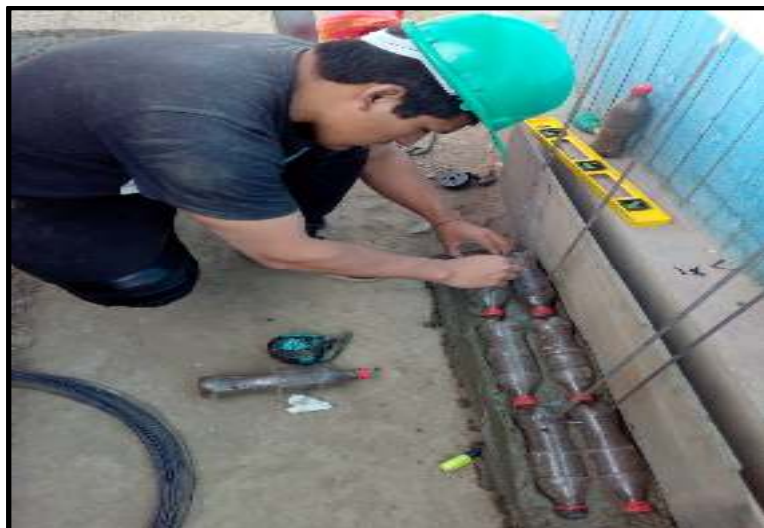
**Paso 3:** Preparación de la mezcla de mortero con una relación de cemento-arena (1:4), para asentar las unidades de albañilería tipo PET.

**Paso 4:** cortar las varillas de acero de 3/8" para ser introducida al interior del murete, dos varillas verticales espaciadas cada (0.25m) y una varilla horizontal a la mitad de la altura del murete amarradas a las horizontales.

**Paso 5:** Una vez realizado los pasos anteriores, se procede a asentar las unidades de albañilería.

- Se empieza colocando un emplantillado de mortero aproximadamente de 1.5 cm de espesor y se coloca la primera hilada compuesta por (6 unid) debidamente amarradas en pares separadas 1 cm.

Figura N° 24: Asentado de primera hilada de unidades de albañilería PET.



Fuente: Elaboración Propia (2019).

- Se coloca las dos varillas de 6mm de refuerzo verticales separadas 25 cm, esta varilla se coloca el parte central del espesor y a los tercios del largo del murete.
- Luego se procede a echar la siguiente capa de mortero dejando una superficie uniforme aproximadamente de 1 cm de junta.
- Posteriormente se asienta la segunda hilada de unidades compuesta esta vez por 4 unidades, procurando un amarre de las unidades.
- La tercera hilada será conformada por una hilada compuesta por seis unidades amarradas con alambre recocido en pares, y así se procederá con el asentado de unidades hasta lograr llegar a la altura del murete.

Figura N° 25: Unidades que conforman la primera hilada de murete.



Fuente: Elaboración Propia (2019).

- Al día siguiente se retira los paneles y se procede al curado de la muestra mojando el murete con agua potable.
- Por último, se deja curar por 28 días como se puede observar en la figura N°36, según lo establecido en la Norma E.070 de Albañilería.

Figura N° 26: Muretes a 28 días de curado.



Fuente: Elaboración propia (2019).

## Resultados

### Pruebas de laboratorio de Muretes de ladrillos tipo “A” y unidades de albañilería tipo PET, empleando mortero con relación 1:4

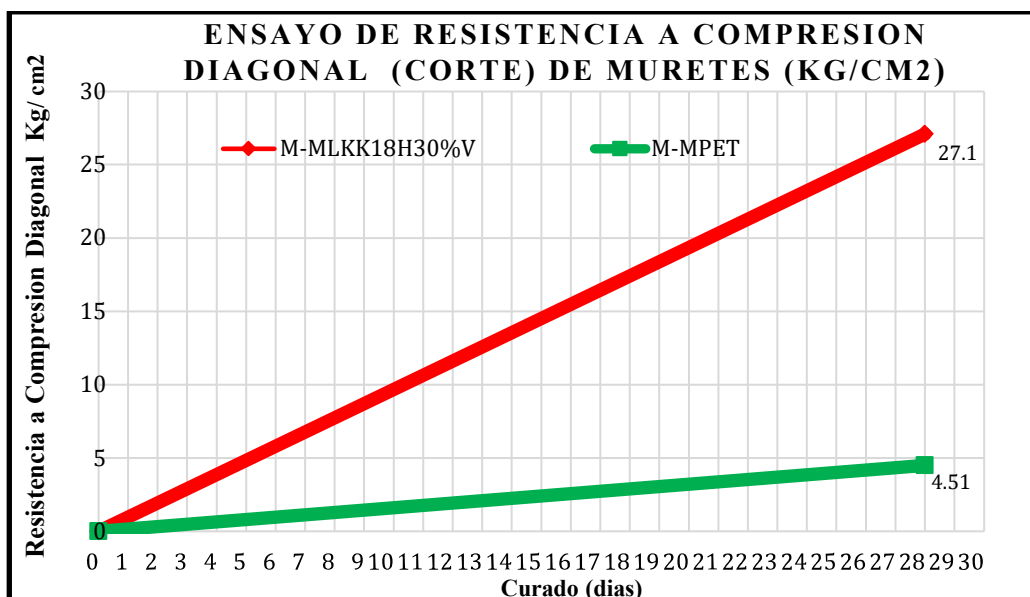
Se muestra en la tabla N° 36 , donde se da conocer los resultados de los ensayos de muretes sometidos a cargas de compresión diagonal construidos a base de ladrillos tipo A y unidades de albañilería tipo PET.

Tabla N° 36: Datos de compresión diagonal de muretes con unidades tipo “A” y tipo PET.

MURETES DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO (A) Y UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO (PET)						
Muestra	Curado (días)	Ab (cm <sup>2</sup> )	Carga P (kg)	Compresión Diagonal (kg/cm <sup>2</sup> )	CD Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla
M-MLKK18H30%V-01	28	799.8	26000	23	27.1	Diagonal
M-MLKK18H30%V-02	28	802.4	25000	31.5		Diagonal
M-MPET-01	28	990	4500	3.2	4.51	G. Diagonal
M-MPET-02	28	995.25	4900	3.5		G. Diagonal
M-MPET-03	28	1015.155	8400	5.9		G. Diagonal
M-MPET-04	28	1007	7800	5.5		G. Diagonal

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Figura N° 27: Ensayo de resistencia a compresión diagonal de muretes (kg/cm<sup>2</sup>).



Fuente: Elaboración Propia (2019).

Tabla N° 37: Comparacion en % de la resistencia a compresion diagonal.

<b>Ensayo de compresión Diagonal</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Ensayo de compresión Diagonal</b>	
<b>Tipos de Muestras</b>	<b>28 días</b>	
	<b>kg/cm2</b>	<b>%</b>
<b>P-MLKK18H30%V</b>	<b>27.1</b>	<b>100</b>
<b>P-MPET</b>	<b>4.51</b>	<b>16.64</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

### **Interpretación**

Se realiza el análisis de los ensayos a compresión diagonal de muretes, elaborados con ladrillos Tipo “A” y unidades tipo PET.

La resistencia de los muretes sometidos a compresión diagonal usando albañilería tipo “A” a los 28 días está a 100% con una resistencia de (27.1 kg/cm<sup>2</sup>), en relación a los muretes conformados por piezas tipo PET que a los 28 días está a (16.64%) con una resistencia a compresión diagonal de (4.51 kg/cm<sup>2</sup>). De estos resultados se observa una variación de resistencia en porcentaje de 83% a favor de las muestras de ladrillo tipo “A”.

En el caso de los muretes con PET, la falla originada es diagonal sin perjudicar a las unidades, y en los muretes con ladrillo tipo “A” la falla fue de tensión diagonal en juntas. En este ensayo las pilas con ladrillo tipo “A”, superaron ampliamente a la resistencia de las muestras construidas a partir de unidades PET.

### **Pruebas de laboratorio de Muretes de ladrillos tipo “B” y unidades de albañilería tipo PET, empleando mortero con relación 1:4**

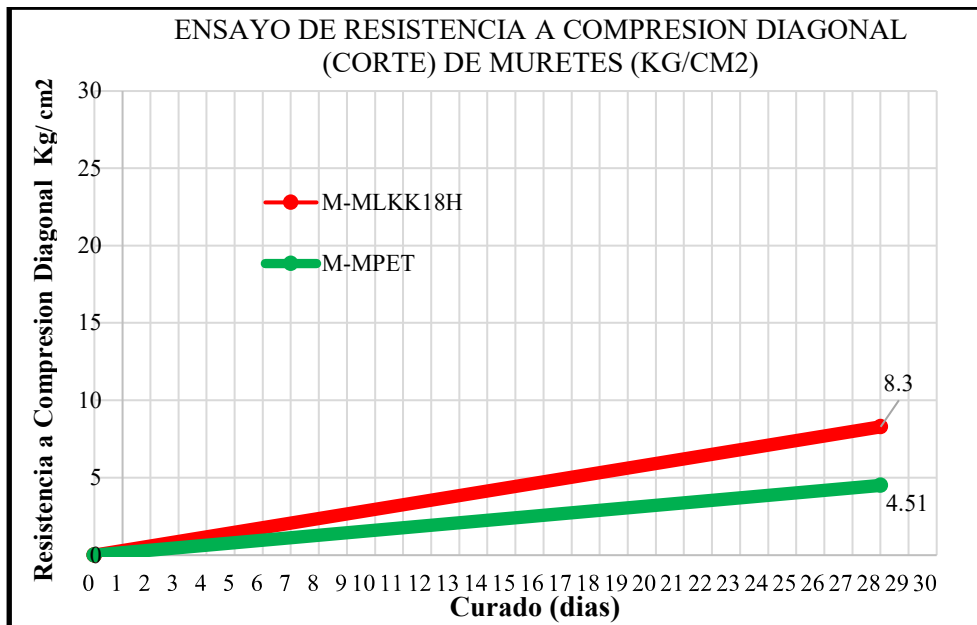
La siguiente tabla N° (38), brinda los resultados obtenidos en cada uno de las pruebas realizadas a las muestras de muretes construidos a base de unidades de albañilería tipo “B” (ladrillos King Kong 18h), y unidades de albañilería tipo PET (Botella de 50ml Coca-Cola reforzada con arcilla de baja plasticidad).

Tabla N° 38: Datos de compresión diagonal de muretes con unidades tipo “B” y tipo PET.

<b>MURETES DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO (B) Y UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO (PET)</b>						
<b>Muestra</b>	<b>Curado (días)</b>	<b>Ab (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (kg)</b>	<b>Compresión Diagonal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>CD Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Tipo de Falla</b>
<b>M-MLKK18H-01</b>	28	762	8900	8.3	8.3	Diagonal
<b>M-MPET-01</b>	28	990	4500	3.2	4.51	G. diagonal
<b>M-MPET-02</b>	28	995.25	4900	3.5		G. diagonal
<b>M-MPET-03</b>	28	1015.155	8400	5.9		G. diagonal
<b>M-MPET-04</b>	28	1007	7800	5.5		G. diagonal

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Figura N° 28: Ensayo de resistencia a compresión diagonal kg/cm<sup>2</sup>.



Fuente: Propia (2019).

Tabla N° 39: Comparación en % de la resistencia a compresión diagonal.

<b>Ensayo de compresión diagonal en muretes</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Ensayo de compresión diagonal en muretes</b>	
<b>Tipos de Muestras</b>	<b>28 días</b>	
	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
<b>P-MLKK18H</b>	<b>8.3</b>	<b>100</b>
<b>P-MPET</b>	<b>4.51</b>	<b>54.34</b>

Fuente:Elaboración Propia (2019).



**Interpretación de los ensayos a compresión diagonal de muestras de muretes elaborados a base de unidades de albañilería tipo “B” y unidades tipo PET.**

Las resistencias adquiridas por las muestras a los 28 días de curado se explican a continuación: los muros construidos con unidades tipo “B” a los 28 días están al 100% lo que representa una resistencia a compresión diagonal de (8.3kg/cm<sup>2</sup>), en relación a las muestras de muretes elaborados con unidades tipo PET que registraron una resistencia de (4.51kg/cm<sup>2</sup>) representando un porcentaje de 54.34%. Con estos datos se deduce que existe una variación respecto a las resistencias de 45% aproximadamente a favor de los muretes que se construyen empleando unidades Tipo “B”. El tipo de falla que se observa es una grieta en toda la diagonal de los muretes con PET, y una falla de tensión diagonal en juntas en muretes de ladrillos tipo “B”.

De los resultados se deduce que la resistencia de los muretes de PET está por debajo en un 45% de los muretes de albañilería tipo B.

**OBJETIVO ESPECÍFICO N°3:** Determinar la resistencia mecánica a corte de muros de soga construidos con material PET lima, 2019.

Para cumplir este último objetivo se tienen que utilizar los datos del objetivo N°2.

Tabla N° 40. Resistencia Cortante.

<b>RESISTENCIA A CORTE</b>			
<b>MUESTRA</b>	<b>Corte(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>CD Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Identificación de Tipo de Falla</b>
<b>M-MLKK18H-01</b>	8.3	8.3	Diagonal
<b>M-PET</b>	3.2	4.51	Grieta diagonal
<b>M-PET</b>	3.5		Grieta diagonal
<b>M-PET</b>	5.9		Grieta diagonal
<b>M-PET</b>	5.5		Grieta diagonal

Fuente:Elaboración Propia (2019).

El resultado obtenido de los ensayos de murtes de albañilería tipo PET, presenta una resistencia de 4.51, lo que es inferior a los que se obtuvo empleando albañilería king kong de 18 huecos, representando un 50% menos que los ladrillos tipo “A”.

## **Contrastación de hipótesis**

**Los muros tipo sogá construidos con material PET presentará buenas propiedades mecánicas Lima 2019.**

Ho: Los muros tipo sogá construidos con material PET no presentara buenas propiedades mecánicas Lima, 2019.

Ha: Los muros tipo sogá construidos con material PET si presentara buenas propiedades mecánicas Lima 2019.

Se niega la hipótesis alternativa (Ha), y se acepta la hipótesis nula, ya que, la utilización de los envases PET reforzadas con suelo CL (arcilla de baja plasticidad), empleados como unidad de albañilería, no mejoran las propiedades mecánicas de los muros, considerando los resultados obtenidos en las tablas (30, 32, 34 y 36,38), donde se realizó la constatación de los resultados a través de los datos obtenidos, por medio de ensayos de muestras de pilas y muretes construidos con material PET, las cuales se ensayaron a compresión axial y compresión diagonal  $V_m$  (corte), en donde se determinó que existe amplia variación entre la resistencia, a favor de los muros convencionales empleando unidades de albañilería de arcilla cocida.

**Los muros tipo sogá construidos con material PET, presentará buena resistencia mecánica a compresión axial, Lima 2019.**

Ho: Los muros tipo sogá construidos con material PET no presentara buena resistencia mecánicas a compresión axial Lima, 2019.

Ha: Los muros tipo sogá construidos con material PET si presentara buena resistencia mecánicas a compresión axial Lima, 2019.

Con respecto a la resistencia mecánica a compresión axial, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, ya que los muros compuestos por unidades de albañilería tipo PET presentan una baja resistencia para muros estructurales, considerando los resultados de la tabla (30,32). Con la información que se obtuvo de los ensayos de cuatro prismas a los cuales se les sometido a carga vertical, se notó que en todas las muestras existe gran variación con respecto a las muestras de albañilería tradicional.

**Los muros tipo sogá construidos con material PET, presentará buena resistencia mecánica a compresión diagonal, Lima 2019.**

Ho: Los muros tipo sogá construidos con material PET no presentara buena resistencia mecánicas a compresión diagonal Lima, 2019.

Ha: Los muros tipo sogá construidos con material PET si presentara buena resistencia mecánicas a compresión diagonal Lima, 2019.

En base al análisis de datos se niega la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula, debido a que los muros construidos con botellas rellenas con tierra CL (arcilla de baja plasticidad), no superan o alcanzan los parámetros establecidos en la norma E.070 de albañilería, de acuerdo a los datos aportados (tablas, 36, 38). Realizando la corroboración de resultados por medio de la información obtenida gracias a los ensayos de laboratorio donde se ensayaron muestras de 4 muretes, los cuales se sometieron cargas de compresión diagonal, observando que el promedio de los resultados está por debajo de mínima resistencia de muros convencionales.

**Los muros tipo sogá construidos con material PET, presentará buena resistencia mecánica a corte, Lima 2019.**

Ho: Los muros tipo sogá construidos con material PET no presentara buena resistencia mecánicas a corte Lima, 2019.

Ha: Los muros tipo sogá construidos con material PET si presentara buena resistencia mecánicas a corte Lima, 2019.

En base a los análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula, ya que el esfuerzo a corte de los muretes con PET está por debajo de los tradicionales aproximadamente en un 50%, por ello en empleo de unidades PET no es ideal para la construcción de muros estructurales pudiendo ser empleados en muros de albañilería no portantes.

#### IV. DISCUSIÓN

La investigación de nuestro tema tiene cierta similitud con la desarrollada por Quevedo (2017), sobre la “Influencia de las unidades de albañilería tipo PET sobre las características técnicas y económicas de viviendas ecológicas para la zona de expansión del distrito de nuevo Chimbote, Ancash”, en la cual realizó ensayos de unidades PET, prismas y muretes, con el objetivo de determinar las propiedades físico-mecánicas de muros construidos con material PET, de los cuales obtuvo una densidad promedio de unidades de (1.56 g/cm<sup>3</sup>) la cual es inferior a nuestro resultado donde se obtuvo una densidad de (1.97 g/cm<sup>3</sup>) cabe mencionar que la densidad de las unidades dependerá en gran medida del volumen del envase, el tipo de suelo de relleno y el grado de compactación.

En el caso de la resistencias a compresión axial Quevedo obtuvo resultados superiores al de nuestro estudio (41.87 kg/cm<sup>2</sup>), esto debido a que Quevedo empleó un mortero de relación 1:3 con una adición de 10% de cola sintética para mejorar propiedades de adherencia, en nuestro estudio se obtuvo una resistencia de (30.30kg/cm<sup>2</sup>) lo que es un 27.63 % inferior, sin embargo en lo que se refiere a la resistencia a compresión diagonal nuestros resultados están aproximados con valores de (4.81 kg/cm<sup>2</sup>) y (4.51 kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente.

Por otro lado, Celi (2013), en su tesis “Análisis del sistema constructivo con botellas recicladas PET, y su aplicación en el diseño de un centro de exposición y capacitación para la planta de reciclaje de la ciudad de Loja” realizó ensayos de muestras de muros empleando diversos morteros con el objetivo de determinar cuál es el comportamiento de muros construidos con envases de plástico mediante ensayos de compresión , los resultados que obtuvo son menores a los obtenidos en nuestro estudio. La mayor resistencia que obtuvo fue usando una mezcla de mortero con relación 1:3 llegando a resistir (16.72 kg/cm<sup>2</sup>), mientras que, empleando un mortero artesanal suelo-cemento que contiene 70% tierra, 20% fibra vegetal de arroz y 10% de cemento se obtuvo una resistencia mínima de (4.20 kg/cm<sup>2</sup>); en nuestro estudio se empleó un mortero de relación 1:4 cemento-arena con la cual se asentó las unidades de albañilería tipo PET obteniendo una resistencia de (30.30kg/cm<sup>2</sup>), lo cual supera ampliamente a los resultados de Celi (2013), lo que representa un 44.81% de resistencia a favor de nuestros resultados.

Además, nuestro estudio que busca analizar las propiedades mecánicas de muros construidos con material PET, presenta una ventaja considerable con la tesis de Dairo y Mesa (2011), “Análisis Económico de Construcción de Muros con Material Reciclado”, en la cual realiza ensayos de muretes empleando diferente número de botellas como albañilería en cada espécimen con el objetivo construir muros con material reciclado para comparar con mampostería convencional, llegando a obtener una resistencia promedio máxima a compresión de ( 7.75 kg/cm<sup>2</sup>) usando solo 2 botellas como unidad de albañilería y una mínima de (1.63 kg/cm<sup>2</sup>) empleando 8 botellas como unidad de mampostería, de lo cual llegó a concluir que las botellas en un muro de albañilería no aportan a la resistencia del mismo, siendo todo el esfuerzo absorbido por el mortero. Los resultados de nuestros ensayos presentan una resistencia a compresión de (30.30 kg/cm<sup>2</sup>) ensayados a los 28 días, sin embargo, nuestro espécimen contiene 10 unidades de albañilería PET superior a las muestras que obtienen mayor resistencia, siendo la diferencia de resistencia en porcentaje un 74.42% en beneficio de nuestros resultados, además se debe considerar que en el estudio de Dairo y Mesa se emplea una mínima cantidad de unidades de albañilería tipo PET en cada muestra, siendo la muestra que más resiste la que presenta menos unidades PET, ocurriendo lo contrario cuando se emplee más unidades.

Por último, Gamboa y Recalde (2015), en su investigación acerca de “Bases de diseño para la construcción sostenible con mampostería de ladrillo tipo PET”, busca mejorar la superficie de la unidad de ladrillo tipo PET con el objetivo de mejorar la adherencia entre el bloque y el mortero y de esta manera contribuir en la resistencia a compresión axial de especímenes de pilas. El mejoramiento de la superficie se realizó con la incrustación de clavos en la superficie del elemento. La resistencia axial promedio que obtuvo el autor con el mejoramiento de la unidad fue (6.44 kg/cm<sup>2</sup>), mientras que nuestro estudio se mejoró las propiedades de adherencia mediante el atado de dos unidades PET paralelas con un alambre negro recocido # 16 en cuatro puntos del envase, obteniendo una resistencia a compresión axial de (30.30 kg/cm<sup>2</sup>) a los 28 días, lo cual demuestra que los resultados de Gamboa están por lo debajo de los nuestros en un 78.75% en términos de resistencia. Además, el atado de las unidades de albañilería PET beneficia notablemente el desempeño del muro, ya que en los ensayos se observó que cuando ocurre la falla del muro, las unidades no se separan del mismo, ya que quedan adheridas al mismo sin desprenderse.

## V. CONCLUSIONES

Por consiguiente, se llegó a analizar la diferencia en cuanto a las propiedades mecánicas de muros construidos con unidades de PET Y muros construidos con tres tipos de unidades de albañilería de arcilla, para lo cual se realizó la construcción de muestras de pilas y muretes empleando un mortero con dosificación en volumen 1:4, que se ensayó y determinó mediante ensayos su resistencia a compresión axial, compresión diagonal y corte.

Los ensayos de compresión axial realizados a pilas empleando unidades de ladrillo tipo A (ladrillo King Kong 18 huecos con 30% de vacíos) y unidades PET, ensayadas ambos a los 28 días presenta las siguientes resistencias: las pilas construidas con unidades tipo A presenta una resistencia de (158.45 kg/cm<sup>2</sup>) que representa una resistencia de 100%, en relación a las pilas construidas con piezas de PET que tienen una resistencia de (30.30 kg/cm<sup>2</sup>) y representa un 19.12% de la resistencia. En conclusión, las pilas empleando PET dan como resultado valores que están por lo debajo de los valores obtenidos en pilas conformadas por unidades tipo A en un 80.88% de resistencia a favor de las pilas con ladrillo tipo A. En el segundo ensayo de pilas conformados por unidades tipo B (ladrillos King Kong 18 huecos) y tipo PET los resultados son a favor de las unidades tipo B con (140.9 kg/cm<sup>2</sup>) que representa un 100% de la resistencia, mientras que de las pilas con PET se obtuvo como resultado (30.30 kg/cm<sup>2</sup>) que está a un 21.50% en resistencia. De estos resultados se concluye que los ensayos de pilas con PET resisten un 78.5 % menos que las pilas de ladrillos tipo B. Por último, se ensayó pilas construidas a base de ladrillos tipo C (ladrillos pandereta liso) y tipo PET, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados respectivamente, en el primer caso se obtuvo como resistencia (41.6 kg/cm<sup>2</sup>) siendo un 100% de la resistencia y en el segundo caso (30.30 kg/cm<sup>2</sup>) que representa un 72.32%. De lo anterior se deduce que las pilas de ladrillo tipo C, representan una resistencia superior que las de PET, lo que en porcentajes se traduce en 27.68% de resistencia a favor de las pilas con unidades tipo C. De los resultados obtenidos en los ensayos de muestras de pilas se llega a la conclusión que los muros construidos con albañilería PET no pueden ser usados como muros estructurales ya que presentan una resistencia (30.30kg/cm<sup>2</sup>) que es menor para estos fines, sin embargo, se pueden emplear para construir muros no portantes de viviendas rurales.

De los ensayos a compresión diagonal de muretes construidos en primer lugar por unidades tipo A (ladrillos King Kong 18 huecos con 30% de vacíos) y unidades de PET, se obtuvo los siguientes resultados, los muretes con albañilería tipo A resisten (27.1 kg/cm<sup>2</sup>), lo cual

equivale a un 100% de resistencia, mientras que los especímenes que contienen unidades PET resisten (4.51 kg/cm<sup>2</sup>) que en porcentaje de resistencia es un 16.64%, de estos resultados se concluye que los muretes con unidades tipo A, presentan valores superiores a los muretes con PET, siendo 83% más resistente. En segundo lugar, se emplea albañilería tipo B (ladrillo King Kong 18 huecos) y unidades PET, de los cuales se obtuvo las siguientes resistencias a compresión diagonal, para muretes de piezas tipo B la resistencia es (8.3 kg/cm<sup>2</sup>) tomando como resistencia un 100%, mientras que los especímenes de PET resisten (4.51 kg/cm<sup>2</sup>) que en porcentaje es 54.34% de resistencia respecto al primer modelo. En conclusión, la resistencia de muestras con PET representa un 54% aproximadamente de la resistencia de muestras construidas con ladrillos tipo B. Según los resultados obtenidos, la resistencia a compresión diagonal de especímenes de PET no está en los rangos establecidos en la norma E.070 en lo que respecta a muros estructurales, sin embargo presenta una resistencia adecuada para muros no portantes utilizados como muros divisorios de ambientes en edificaciones rurales.

Los resultados de obtenidos de compresión diagonal y su posterior determinación a corte, dando resultados de (4.51kg/cm<sup>2</sup>) lo cual está próximo a la resistencia obtenida cuando se emplea unidades tipo B, si bien es cierto no llega a cumplir los rangos establecidos en la norma E.070 para muros estructurales, presenta buena resistencia para muros que soportan su propio peso pudiendo ser utilizado en viviendas rurales de un nivel.

## VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los ensayos de muestras de pilas y muretes y los resultados obtenidos, por lo general se recomienda el uso de unidades de albañilería tipo PET, en la construcción de muros de tabiquería no portante, ya que la resistencias obtenidas no están en los parámetros establecidos en la norma E.070 de albañilería, pudiendo usarse como muros divisorios de ambientes, cercos perimetrales, parapetos, entre otros, en edificaciones rurales las cuales por lo general solo cuentan con un solo nivel y muchas veces no tienen como confinamiento superior una losa de concreto donde esta investigación ayudaran como visión para realizar un diseño de muro no portante según la Norma E.030.

Asimismo, de acuerdo a las fallas observadas en los ensayos de laboratorio se recomienda emplear como relleno para reforzar el envase de PET un material más ligero, ya que se observó que la unidad de albañilería no presenta falla alguna cuando las muestras de pilas y muretes ya han fallado, empleando un material de relleno liviano, ya sea como aserrín de madera, agua, bolsas plásticas etc, se logra aligerar el peso del muro. También se recomienda usar varillas de acero de 6mm distribuidas tanto horizontales como verticales, ya que en los ensayos se observó que al fallar el muro las unidades y el mortero no quedan separados por pedazos, quedando unidas por el acero y el alambre que se utilizó para amarrar las botellas.

Por lo tanto, se recomienda realizar más ensayos en base a propiedades físicas de muros de albañilería contruidos a base de unidades tipo PET, si bien es cierto que los muros con unidades de albañilería tipo PET no cumplen con los parámetros establecidos en la norma la norma E.070 en cuanto a las propiedades mecánicas, se pueden realizar estudios para evaluar las propiedades térmicas y acústicas.

Por ultimo, se recomienda el uso de este nuevo sistema constructivo con botellas PET, ya que resulta muy económico gracias a que las botellas que son 100% reciclables, esto resultaría más barata en la construcción de un muro no portante con unidades de botellas PET rellenas con tierra arcillosa de la zona, siendo un 50% de ahorro a comparación de un muro convencional, por ello se realizó esta investigación siendo esta una influencia para poder reducir la contaminación ambiental para poder sacar provecho de los materiales reciclados PET.



## REFERENCIAS

1. Aliaga Córdova, Víctor H. Evaluación técnica de la mezcla de concreto con PET reciclable, para la producción de ladrillo de concreto compuesto en la construcción . Tesis de grado. Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, 2018. [consultado 15 de abril 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/1923>
2. Amaya Suarez, Crystian. C y Mirque Rodríguez, Juan. P. Viabilidad de la construcción de mobiliario urbano con botellas PET de aceite automotriz rellenas de material de excavación. Tesis de grado. Universidad Católica de Colombia, Bogotá, 2016. [consultado el 2 de mayo 2019]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10983/13992>
3. Arias (2012), El proyecto de investigación- Introducción a la metodología científica. Caracas: Episteme.
4. Alternativa estructural de refuerzo horizontal. Diego Fernando Páez Moreno, Sonia Ximena Parra Rojas, Carlos Andrés Montaña Gutiérrez. 2009. Medellín: universidad de Medellín, 2009.
5. Aguirre Rodríguez, Mauricio; Rodríguez Arango, Sebastián. Diseño y construcción de un módulo de vivienda con botellas recicladas [en línea]. Trabajo de grado. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira-Colombia, 2016. [consultado el 28 de abril 2019]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11059/6418>
6. Bartolomé, Ángel San. 1994. Construcciones de Albañilería-Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural. Lima: Fondo editorial de la pontificia universidad católica del Perú, 1994.  
ISBN: 2012. 980-07-8529-9
7. BURNS. N Y GROVE.S: Metodología de la investigación 7ma ed.: Interamericana Editores, 2013.ISBN:9781456223960,  
Disponible:<https://metodologías.com/2013/01/31/libro-metodologia-de-la-investigación-7ma-edicion-sampieri-pdf/>.

8. Cuadro Benítez, Dairo y Mesa Albarracín, Gloria Paola. Análisis económico de construcción de muros con material reciclado. Monografía de grado. Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, 2011. [consultado el 2 de mayo 2019]. Disponible en: [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1208/digital\\_20822.pdf?sequence=1](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1208/digital_20822.pdf?sequence=1)
9. Cisne, C. S. (2013). Análisis del sistema constructivo con botellas recicladas PET, y su aplicación en el diseño de un centro de exposición y capacitación para la planta de reciclaje de la ciudad de Loja. I. Loja.
10. Cristián Frías, Arturo, Ize, Irina, Gavilán, Arturo. La situación de los envases de plástico en México. Gaceta Ecológica [en línea] 2003, (octubre-diciembre): [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2019]  
ISSN 1405-2849
11. Cristán Frías, Arturo, Ize, Irina y Gavilán, Arturo. 2003. La situación de los envases de plástico en México. Distrito Federal, México: Gaceta Ecológica, 2003.
12. CENEPRED: Viviendas de albañilería vulnerables en el Perú 2018  
disponible: [wwpdf/cenepred/or/2018/](http://wwpdf/cenepred/or/2018/).
13. Calvo I. (2018). Análisis Mecánico del Material Polímero PET Proveniente de Botellas de Plástico. Valladolid.2018.
14. Casabonne, Héctor Gallegos Carlos. 2005. Albañilería Estructural. Lima: Fondo Editorial-pontificia universidad católica del Perú, 2005.
15. Delval, Juan. El Aprendizaje y la Enseñanza de las Ciencias Experimentales y Sociales. México: siglo XXI Editores, 2013. 257p.
16. Ernesto M. Rodríguez. Metodología de la Investigación. 5ª. ed. México: Universidad Juárez autónoma de tabasco, 2005.

17. Espinoza-Guzmán, Francisco A. Caracterización de botellas PET para su uso como elementos constructivos de muros de carga. 2016.
18. González Sánchez, Jonatan (2019). Construcción con botellas de plástico: análisis y mejora de elementos y sistemas constructivos estructurales. Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. Arquitectura (UPM). [consultado el 28 de abril 2019]. Disponible en: <http://oa.upm.es/54207/>
19. Garcia, Rivera y Barrios (2015) Universidad de el Salvador, Evaluación de la resistencia a la compresión de mortero empleando especímenes cilíndricos y cúbicos, utilizando arena del occidente del país. El salvador .
20. Huamán Aguilera, Wilder; Pintado Velasco, Erickson S. Diseño de una vivienda con muros portantes de botellas plásticas (PET) recicladas en el A.H Micaela Bastidas IV etapa, Mz. B2 Lt. 28, distrito 26 de octubre, Piura-2018 [en línea]. Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo, Piura, 2018. [consultado el 26 de abril]. Disponible en:
21. Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar. Selección de la muestra. Metodología de la Investigación (6ª ed., pp. 170-191). México: McGraw-Hill, 2014.
22. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y NORMALIZACIÓN DE SENCICO, “Albañilería N.T.P. E-0.70“, Lima, Edición 2008.
23. INEI. Anuario de estadísticas ambientales 2018.lima; 2018.
24. Journey, E. E. (10 de octubre de 2018). Coca-Cola Journey. ¿Obtenido de plástico en la carretera?: Que es y quien hace el asfalto verde en costa rica: <https://journey.coca-cola.com/historias/plastico-en-la-carretera-que-es-y-quien-hace-el-asfalto-verde>
25. Jaimes Reátegui, Sumaya et al. Módulo de vivienda con material reciclable en la ciudad de Huánuco. Revista Científica: Investigación Valdizana [en línea]. 2018, octubre-diciembre, Vol.12 (4) [Fecha de consulta 25 de abril 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.33554/riv.12.4.154>

26. López, Milton. 2018. la ruta del plástico: así se reciclan las botellas en el Perú. la ruta del plástico: así se reciclan las botellas en el Perú. [En línea] 02 de octubre de 2018. [Citado el: jueves de junio de 2019.] <https://vital.rpp.pe/salud/la-ruta-del-plastico-asi-se-reciclan-las-botellas-en-el-peru-noticia-1153615>.
27. Martínez, G; Hernández, J; López T y Menchaca, C. Materiales Sustentables y Reciclados en Construcción.2015.  
ISBN:978-84-943418-0-9
28. María Angélica Sánchez Sierra, P. A. (2014). Estudio de viabilidad técnica de la implementación del polietileno tereftalato como material para la estabilización de taludes. Bogotá.
29. Marcel, Gamboa Recalde Tarquino Fernando, Recalde Sanchez Andrea. (2015). Bases de diseño para la construcción sostenible con mampostería de ladrillo tipo PET. Quito.
30. Marcelo M. Gómez. Introducción a la Metodología de la Investigación Científica. Córdoba: Brujas, 2006.160p.
31. MORENO B: Metodología tipos de Técnicas e instrumentos de recolección de datos, confiabilidad, validez (2013 p. 35).
32. NORMA E- 0.60 DE CONCRETO ARMADO (2009) disponible en: [www.norma-concreto.org/armado](http://www.norma-concreto.org/armado) Perú.
33. Ñurinda Martínez, Jose.I y Javier Silva, Jonathan. Diseño y desarrollo experimental de un panel a base de botellas PET, para ser utilizado en construcciones de muros en viviendas [en línea]. Tesis de grado. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, 2016. [consultado el 28 de abril 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unan.edu.ni/2739/1/8020.pdf>
34. Paz Gonzalez, Erwin. E. Análisis de la determinación de las propiedades físico y mecánicas de ladrillos elaborados con plástico reciclado . Tesis de grado. Universidad

- Nacional de San Agustín, Arequipa, 2014. [Consultado 12 de abril 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2921>
35. Quevedo Haro, Elena. Influencia de las unidades de albañilería tipo PET sobre las características técnicas y económicas de viviendas ecológicas para la zona de expansión del distrito de nuevo Chimbote, Ancash . Tesis de grado. Universidad Nacional del Santa, Chimbote, 2017. [consultado 15 de abril 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3105>
  36. Rodríguez Arainga: Metodología de la investigación. 6ta. Ed.: McGRAW-HILL, 2014.p.52.
  37. Reglamento Nacional de Edificaciones. 2016. Norma E 0.70 de albañilería Especificaciones Especiales - Succión. [En línea] (Fecha de consulta 01 de junio del 2016).
  38. Soto Flores, Heiner, Tueros Rojas, R, López Jara, A. Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto no estructurales con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% curados por inmersión y comprados con un bloque de concreto patrón . Tesis de grado. Universidad Andina del Cusco, Cusco, 2016. [consultado el 18 de abril 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/705>
  39. Sánchez Camaná, Paulina. A. Análisis comparativo de la resistencia a compresión de una pared con mampostería tradicional vs una pared con mampostería de material reciclado (PET) [en línea]. Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2017. [Consultado el 29 de abril 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25750>.
  40. Valencia, I. P. (4 de julio de 2017). ciencia mx noticias. Obtenido de fibras de pet para la construcción: <http://www.cienciamx.com/index.php/tecnologia/materiales/16185-fibras-pet-construccion>
  41. Valer, R. L. (8 de diciembre de 2016). universidad privada del norte. Obtenido de reducción del impacto ambiental a través del uso de puertas plásticas de PET

reciclado: <https://blogs.upn.edu.pe/ingenieria/2013/03/20/reduccion-del-impacto-ambiental-a-traves-del-uso-de-puertas-plasticas-de-pet-reciclado/>

42. Valer, R. L. (8 de diciembre de 2016). UPN. Obtenido de Reduccion del impacto ambiental a traves del uso de puertas plasticas de PET reciclado: <https://blogs.upn.edu.pe/ingenieria/2013/03/20/reduccion-del-impacto-ambiental-a-traves-del-uso-de-puertas-plasticas-de-pet-reciclado/>

43. Valer, R. L. (s.f.). universidad privada del norte. Obtenido de reducción del impacto ambiental a través del uso de puertas plásticas de PET.

**ANEXO N°1:**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Tabla N° 08: Matriz de consistencia.

<b>Título: Análisis de las propiedades mecánicas de muros tipo sogá construidos con material PET, Lima 2019</b>					
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>		<b>MÉTODO</b>
<b>P. General</b>	<b>O. General</b>	<b>H. General</b>	<b>V. Independiente: Material PET</b>		
¿Cómo mejoran las propiedades mecánicas de muros tipo sogá construidos con material PET, Lima 2019?	Analizar las propiedades mecánicas de muros tipo sogá construidos con material PET, Lima 2019.	Los muros tipo sogá construidos con material PET presentará buenas propiedades mecánicas, Lima 2019.	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	
			Rigidez y dureza	Densidad. Resistencia a tensión.	
<b>P. Específicos</b>	<b>O. Específicos</b>	<b>H. Especificas</b>	Espesor de las paredes de la botella	Resistencia compresión.	Diseño: Experimental- Cuasi Experimental
¿Cuál será la resistencia mecánica a compresión axial de muros de sogá construidos con material PET, Lima 2019?	Determinar la resistencia mecánica a compresión axial de muros de sogá construidos con material PET.	Los muros tipo sogá construidos con material PET, presentará buena resistencia mecánica a compresión axial, Lima 2019.			
¿Que resistencia mecánica a compresión diagonal presentara los muros tipo sogá construidos con material PET, Lima 2019?	Identificar la resistencia mecánica a compresión diagonal de muros tipo sogá construidos con material PET, Lima 2019.	Los muros tipo sogá construidos con material PET, presentará buena resistencia mecánica a compresión diagonal, Lima 2019.	<b>V. Dependiente: Propiedades mecánicas en muros</b>		Enfoque: Cuantitativo
			<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	
¿Cuál será la resistencia mecánica a corte en muros tipo sogá construidos con material PET, Lima 2019?	Conocer la resistencia mecánica a corte de muros tipo sogá construidos con material PET, Lima 2019	Los muros tipo sogá construidos con material PET, presentará buena resistencia mecánica a corte, Lima 2019.	Resistencia a Compresión Axial	Esfuerzo de Compresión (kg/cm2) Tipo de falla	Población: Muros de PET
			Resistencia a Compresión Diagonal	Esfuerzo de compresión diagonal (kg/cm2) Tipo de falla	
			Resistencia a Corte	Esfuerzo de corte	Muestra: Muretes-Pilas



**ANEXO N° 2:  
CERTIFICADO DE  
CALIBRACIÓN N° LB-248-2018  
(VALIDADO)**



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISI3N S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACI3N

### CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LB - 248 - 2018

Página: 1 de 3

Expediente	: T 119-2018
Fecha de Emisi3n	: 2018-04-04
<b>1. Solicitante</b>	: <b>GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.</b>
<b>Direcci3n</b>	: AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA
<b>2. Instrumento de Medici3n</b>	: <b>BALANZA</b>
<b>Marca</b>	: <b>OHAUS</b>
<b>Modelo</b>	: <b>TAJ602</b>
<b>Número de Serie</b>	: <b>7128460369</b>
<b>Alcance de Indicaci3n</b>	: <b>600 g</b>
<b>Divisi3n de Escala de Verificaci3n (e)</b>	: <b>0,1 g</b>
<b>Divisi3n de Escala Real (d)</b>	: <b>0,01 g</b>
<b>Procedencia</b>	: <b>CHINA</b>
<b>Identificaci3n</b>	: <b>NO INDICA</b>
<b>Tipo</b>	: <b>ELECTR3NICA</b>
<b>Ubicaci3n</b>	: <b>LABORATORIO</b>
<b>Fecha de Calibraci3n</b>	: <b>2018-04-04</b>

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medici3n que resulta de multiplicar la incertidumbre estandar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada segun la "Guía para la Expresi3n de la incertidumbre en la medici3n". Generalmente, el valor de la magnitud estandar dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son valedos en el momento y en las condiciones en que se realizar3n las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecuci3n de una recalibraci3n, la cual estandar en funci3n del uso, conservaci3n y mantenimiento del instrumento de medici3n o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISI3N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretaci3n de los resultados de la calibraci3n aqui declarados.


#### 3. M3todo de Calibraci3n

La calibraci3n se realiz3 mediante el m3todo de comparaci3n segun el PC-001 3ra Edici3n, 2009; Procedimiento para la Calibraci3n de Balanzas de Funcionamiento no Autom3tico Clase III y IIII del SNM-INDECOPI.

#### 4. Lugar de Calibraci3n

LABORATORIO de GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.  
AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-08-F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCI3N PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACI3N DE PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 248 - 2018

Página: 2 de 3

## 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,6 °C	25,7 °C
Humedad Relativa	58 %	58 %

## 6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1)	LM-C-140-2017

## 7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

## 8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AASTE DE CORO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OCULACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	GAST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	g(g)	M(mg)	E(mg)	g(g)	M(mg)	E(mg)
1	300,00	6	-1	600,00	8	-3
2	300,00	9	-4	600,00	9	-4
3	300,00	8	-3	600,01	4	11
4	300,00	6	-1	600,00	8	-3
5	300,00	7	-2	600,00	8	-4
6	300,00	8	-3	600,00	7	-2
7	300,01	5	10	600,01	5	10
8	300,00	8	-3	600,01	3	12
9	300,01	3	12	600,00	8	-3
10	300,00	7	-2	600,00	6	-1
Diferencia Máxima			10	16		
Error máximo permitido			± 300 mg	± 300 mg		



Jefe de Laboratorio  
Ing. Lites Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-00.F06 / Diciembre 2016 / Rev.02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 248 - 2018

Página: 3 de 3



Vista Frontal

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga nominal (g)	R(g)	S(mg)	E(mmg)	Carga (g)	R(g)	S(mmg)	E(mmg)	E <sub>0</sub> (mg)
1	0,10	0,10	8	-3	200,00	200,00	8	-1	2
2		0,10	8	-3		200,00	9	-4	-1
3		0,10	5	0		200,00	8	-3	-3
4		0,10	7	-2		200,01	4	11	13
5		0,10	8	-3		200,00	8	-3	0

Temp. (°C) Inicial: 25,6 Final: 25,6

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: a 200 mg

### ENSAYO DE PESAJE

Carga (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp <sup>(*)</sup> (mg)
	R(g)	S(mg)	E(mmg)	E <sub>0</sub> (mmg)	R(g)	S(mmg)	E(mmg)	E <sub>0</sub> (mmg)	
0,10	0,10	8	-1						100
0,20	0,20	5	0	1	0,20	7	-2	-1	100
1,00	1,00	8	-3	-2	1,00	5	0	1	100
10,00	10,00	9	-4	-3	10,00	8	-3	-2	100
50,00	50,00	8	-3	-2	50,00	7	-2	-1	100
100,00	100,00	7	-2	-1	100,00	5	0	1	200
200,00	200,01	4	11	12	200,00	6	-1	0	200
300,00	300,00	8	-3	-2	300,00	8	-3	-2	300
400,00	400,00	3	-4	-3	400,01	4	11	12	300
500,00	500,01	5	10	11	500,01	5	10	11	300
600,00	600,00	9	-4	-3	600,00	9	-4	-3	300

Temp. (°C) Inicial: 25,6 Final: 25,7

(\*) error máximo permitido

### Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

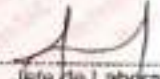
$$R_{\text{corregida}} = R - 0,00000733 \times R$$

$$U_E = 2 \sqrt{0,0000812 \text{ g}^2 + 0,0000000140 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    S: Carga instrumental    E: Error asociado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido  
R: en g



FIRMA DEL DOCUMENTO

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06.P06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 095 - 2018

Página : 1 de 4

**Expediente** : T 119-2018  
**Fecha de emisión** : 2018-04-04

**1. Solicitante** : GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.  
**Dirección** : AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : ESTUFA CON TERMOSTATO  
**Indicación** : DIGITAL  
**Marca del Equipo** : RR  
**Modelo del Equipo** : H2356  
**Serie del Equipo** : 225814  
**Temperatura calibrada** : 110 °C

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA  
04 - ABRIL - 2018

**4. Método de Calibración**  
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del Indecopi.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT - 075 - 2018	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0747 - 2017	INACAL - DM

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	26.8	26.7
Humedad %	66	65

#### 7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C  $\pm$  5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

#### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Int. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom (°C)	ΔT Max T Min (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	110,5	109,8	109,8	110,1	111,2	110,5	110,3	111,4	110,2	110,2	110,4	1,8
2	110	110,8	109,5	109,6	110,5	111,5	110,4	110,9	111,5	110,4	110,6	110,5	2,0
4	110	110,3	109,8	109,8	110,0	111,3	110,5	110,3	111,3	110,2	110,3	110,4	1,7
6	110	110,2	109,8	109,5	110,3	111,2	110,3	110,2	111,3	110,3	110,2	110,3	1,8
8	110	110,3	109,4	109,6	110,0	111,3	110,2	110,3	111,3	110,2	110,1	110,3	1,9
10	110	110,2	109,8	109,4	110,0	111,6	110,6	110,3	111,6	110,3	110,1	110,4	2,2
12	110	110,5	109,5	109,5	110,2	111,3	110,2	110,2	111,2	110,5	110,2	110,3	1,8
14	110	110,2	109,8	109,5	110,2	111,2	110,3	110,3	111,1	110,3	110,3	110,3	1,7
16	110	110,0	109,6	109,6	110,3	111,3	110,2	110,8	111,2	110,3	110,3	110,3	1,7
18	110	110,0	109,8	109,5	110,8	111,2	110,3	110,3	111,3	110,2	110,5	110,3	1,8
20	110	110,8	109,0	109,3	110,1	111,5	110,6	110,2	111,2	110,3	110,6	110,3	2,5
22	110	110,4	109,5	109,2	110,2	111,0	110,0	110,3	111,3	110,2	110,2	110,2	2,1
24	110	110,5	109,4	109,3	110,2	111,3	110,2	110,2	111,2	110,3	110,3	110,3	2,0
26	110	110,2	109,0	109,3	110,3	111,1	110,1	110,1	111,3	110,5	110,3	110,2	2,3
28	110	110,0	109,8	109,5	110,2	111,1	110,1	110,5	111,2	110,3	110,2	110,3	1,7
30	110	110,3	109,7	109,6	110,6	111,1	110,2	110,4	111,2	110,2	110,4	110,4	1,8
32	110	110,2	109,5	109,4	110,5	111,5	110,5	110,2	111,2	110,6	110,5	110,4	2,1
34	110	110,1	109,8	109,2	110,0	111,3	110,4	110,3	111,6	110,2	110,2	110,3	2,4
36	110	110,2	109,8	109,3	110,4	111,3	110,3	110,2	111,3	110,1	110,2	110,3	2,0
38	110	110,3	109,5	109,5	110,5	111,5	110,2	110,3	111,4	110,2	110,5	110,4	2,0
40	110	110,5	109,8	109,9	110,2	111,5	110,3	110,3	111,2	110,3	110,3	110,4	1,7
42	110	110,8	109,8	109,6	110,3	111,2	110,3	110,2	111,3	110,5	110,1	110,4	1,7
44	110	110,4	109,8	109,7	110,2	111,6	110,3	110,3	111,2	110,3	110,2	110,4	2,0
46	110	110,2	109,9	109,8	110,3	111,2	110,3	110,3	111,3	110,5	110,6	110,4	1,5
48	110	110,2	109,4	109,5	110,2	111,2	110,2	110,6	111,3	110,6	110,2	110,3	1,9
50	110	110,8	109,5	109,6	110,5	111,3	110,6	110,2	111,2	110,2	110,3	110,4	1,8
52	110	110,2	109,8	109,2	110,4	111,3	110,2	110,5	111,1	110,3	110,3	110,3	2,1
54	110	110,3	109,8	109,8	110,6	111,3	110,5	110,3	111,2	110,2	110,5	110,4	1,7
56	110	110,2	109,3	109,6	110,3	111,3	110,3	110,4	111,3	110,5	110,3	110,4	2,0
58	110	110,5	109,5	109,4	110,2	111,3	110,3	110,2	111,2	110,3	110,2	110,3	1,9
60	110	110,8	109,8	109,5	110,3	111,6	110,3	110,0	111,3	110,2	110,3	110,4	2,1
T. PROM	110,0	110,3	109,6	109,5	110,3	111,3	110,3	110,3	111,3	110,3	110,3	110,4	
T. MAX	110,0	110,8	109,9	109,9	110,6	111,6	110,6	110,6	111,6	110,6	110,6	110,6	
T. MIN	110,0	110,0	109,0	109,3	110,0	111,0	110,0	110,0	111,0	110,0	110,0	110,0	
DTT	0,0	0,8	0,9	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	111,6	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,0	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,9	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,8	0,3
Estabilidad Media (±)	0,45	0,02
Uniformidad Media	2,8	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.  
 Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.  
 La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.



Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 853 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



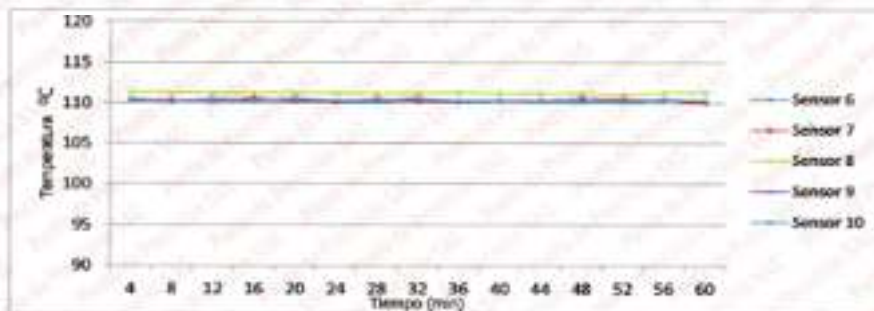
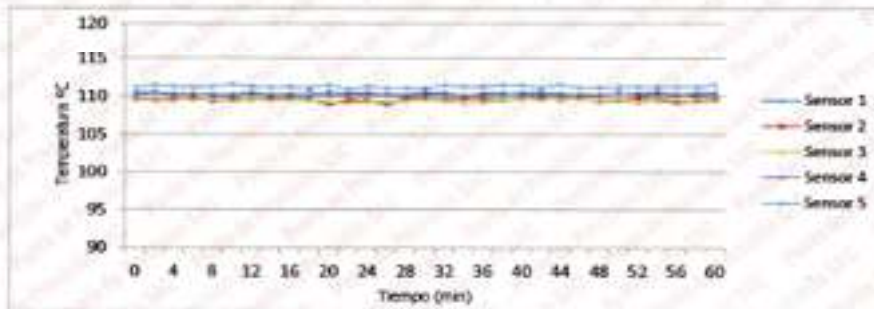
Punto de Precisión SAC

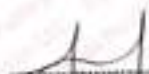
# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 095 - 2018

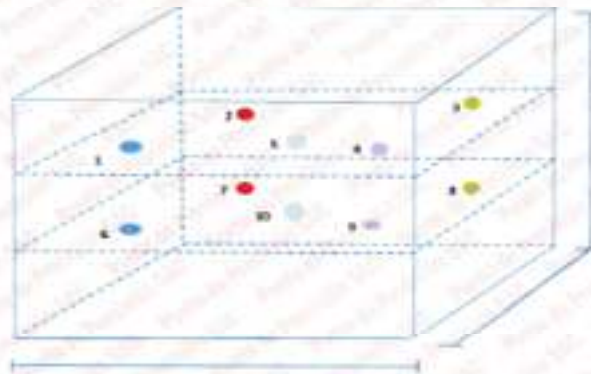
Página : 3 de 4

## TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

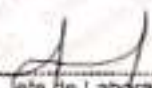
DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demás sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura más alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la pantalla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Edis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



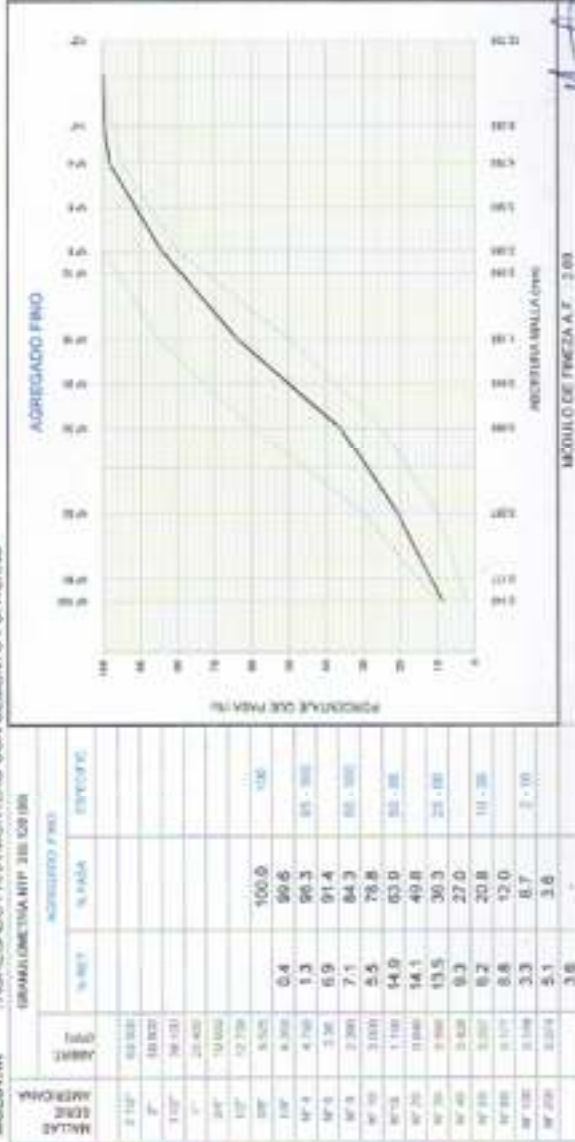
**ANEXO N° 3:**  
**INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN**  
**DE DATOS**

### CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MUEBOS TIPO SOGA CONSTRUIDOS CON MATERIAL PET., LIMA 2019.

SOLICITADO : I. SMITH EMERSON OSORIO CORDOVA Y JHOVANY GUEVARA CHAVEZ TECNICO : J.D.P.Q.  
 UBICACIÓN : Km 8.2, CARRE. CENTRAL ATE 15487-JCV SEDE ATE FECHA : 01-10-19

MUESTRIA : AGREGADO PARA MORTERO CON CEMENTO PORTLAND



PROCEDENCIA : CANTERA SAN MARTIN DE PORRAS S.A

*Nicolás Viciari*  
 VICIARI NICOLÁS  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CP Nº 177469

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO  
ASTM C-128**

PROYECTO	: ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MUEBOS TIPO SCSA CONSTRUCCION CON MATERIAL PET, LIMA 2018	TÉCNICO	: J.D.G.P
UBICACION	: km 8.2 CARR. CENTRAL ATE (SABAYUCV SEDE ATE)	FECHA	: 01-10-2018
SOLICITANTE	: SMITH EMERSON OSORIO CORDOVA y JONATAN GUEVARA CHAVEZ		
PROCEDENCIA	: VER OBSERVACIONES		
MUESTRA	: AGREGADO PARA MORTERO CON CEMENTO PORTLAND		

**DATOS BÁSICOS**

	Número de Sals	01	02
A	Peso de la tala colada (a 20°C de temperatura) (g)	732.2	736.4
B	Peso de la muestra saturada (superficialmente seca) (en aire) (g)	295.0	300.0
C	Peso de la muestra secada en horno (a 110°C) (en aire) (g)	295.8	299.8
D	Peso de la muestra saturada (esp. seca) + tala + agua (en aire) (g)	922.9	930.6

**RESULTADOS**

DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	VALORES		PROM.
GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK (BASE METAL)	$C / (A - B - D)$	2.480	2.483	2.482
GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK (BASE SATURADA SUPERFICIALE SECA)	$B / (A - B - D)$	2.702	2.706	2.704
GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE	$C / (A - C - D)$	2.740	2.744	2.742
ABSORCIÓN DE AGUA EN PORCIENTAS DEL PESO SECO DEL AGREGADO	$(B - C) / C * 100$	0.812	0.801	0.806

**OBSERVACIONES** MUESTRA PROPORCIONADA E IDENTIFICADA POR LOS SOLICITANTES  
**PROCEDENCIA** : - AGREGADO ARENA SAN MARTIN DE PORRAS S.A

  
 VICENTE NICOLAS  
 INGENIERO CIVIL  
 RUC: C00000000



### CALIDAD DE AGREGADO -ARENA

<b>PROYECTO</b>	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MUEBOS TIPO BOGA CONSTRUIDOS CON MATERIAL PET, LIMA 2019.	<b>TÉCNICO</b>	JOSÉ P.
<b>UBICACIÓN</b>	EN E.E. CARR. CENTRAL, ATE MASTUJAY SEDE ATE	<b>FECHA</b>	01-10-2019
<b>SOLICITANTE</b>	OSWALDO EMERSON OSORIO CORDOVA y JHONATAN GUEYMEX CHAVEZ		
<b>PROCEDENCIA</b>	VER OBSERVACIONES		
<b>MUESTRA</b>	AGREGADO PARA BORTERO CON CEMENTO PORTLAND		

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN PROF. (m)	AGREGADO FINO					
		ABERTURA (mm)	RET.	PASA	RET.	PASA	RET.
3"	75.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525			100.0			
1/4"	6.350	0.4		99.6			
N° 4	4.750	1.3		98.7			
N° 6	3.350	5.9		94.1			
N° 8	2.380	7.1		92.9			
N° 10	2.000	9.5		90.5			
N° 16	1.180	14.9		85.1			
N° 20	0.840	14.1		85.9			
N° 30	0.590	13.9		86.1			
N° 40	0.425	9.3		90.7			
N° 50	0.297	8.2		91.8			
N° 60	0.177	8.9		91.1			
N° 100	0.149	3.3		96.7			
N° 200	0.074	0.1		99.9			
-200	-	3.8		-			
PESO ESPECÍFICO BULK SECO			2.652				
PESO ESPECÍFICO BULK SAT.			2.704				
PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS			2.742				
ABSORCIÓN DE AGUA, %			0.9				
MÓDULO DE FINURA			2.88				

**OBSERVACIONES :** MUESTRA PROPORCIONADA E IDENTIFICADA POR LOS SOLICITANTES

**PROCEDENCIA :**

AGREGADO ARENA SAN MARTIN DE PORRAS S.A

*Vicente Nicolás*  
VICENTE NICOLAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 177860  
V° B° N°

### DISEÑO DE MORTERO MEDIANTE EL MÉTODO ACI 211

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MUROS TIPO SOGA  
 CONSTRUIDOS CON MATERIAL PET. LIMA 2018.  
 SOLICITANTE : EDMITH EMÉRSON OSORIO CORDOVA Y JHONATAN GUEVARA CHAVEZ.  
 DIRECCIÓN : km 8.2. CARR. CENTRAL, ATE 15487-UDV SEDE ATE  
 REFERENCIA DE LA MUESTRA :  
 DESCRIPCIÓN : CUBO DE MORTERO PORTLAND  
 DISEÑO DE RESISTENCIA : 175 Kg/cm<sup>2</sup>

REGISTRO : 29018.000000  
 FECHA : 1 de Octubre de 2019

Tipo de Concreto:

**MORTERO PARA ASENTADO DE LADRILLO**

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA

M.F. Agua : 1.000 Vol. Agregada : 0.91 Comentario : 430.0 kg  
 AREA/A AD: 1761.0.0 Area : 1000 Relo : 3.3

MATERIALES	PROPORCIÓN	F. EJE	W/C	W/A	W/P	W/S	W/S	W/S	W/S
		kg/m <sup>3</sup>	%	kg	%	kg	%	kg	kg
Cemento Tipo I	CEMENTO ANORDO	3120		430.0	0.13792	430		430.00	kg
Agua	POTABLE	1000		331.00	0.33000	334		331.27	L
Arena	SAN MARTIN DE PORRAS S.A.	2600	2.410	1722.0	0.64216	1725		1763.69	kg
TOTAL					1.00000	2386.1		2386.1	2386.18

OBSERVACIONES : Diseño realizado en relación de 1:4  
 Material proporcionado por el solicitante.

  
 VICENTE NICOLAS  
 INGENIERO PROFESIONAL  
 Reg. CIP N° 177469



## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MUEBOS TIPO  
SUELA LUNDSHILLIUS CON MATERIAL P.C.I. LIBRA 3075. **REGISTRO:** 29718320019  
**FECHA:** 1-Nov-19

**SOLICITANTE** : ESMITH EMERSON OSORIO CORDOVA Y JHONATAN GUEVAEA CHAVEZ

**DIRECCIÓN** : km 5.2, CARR. CENTRAL, ATE 15487-UCV SEDE ATE

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

**DESCRIPCIÓN** : Cubos de mortero Portland tipo I

**RESISTENCIA DE DISEÑO** : 173 kg/cm<sup>2</sup>

### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CÚBICAS ASTM C 39/C39M-05

denominación de la muestra	fecha de sacado	fecha de ensayo	edad (días)	altura (mm)	lado (mm)	carga de rotura (kg)	resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
ASENTADO DE LADRILLO	4-Oct-18	1-Oct-18	3	25	25	545	87.2
ASENTADO DE LADRILLO	4-Oct-18	7-Oct-18	3	25	25	509	81.4

#### OBSERVACIONES :

- Los muestreos fueron realizados e identificados por el solicitante.
- Los ensayos fueron expuestos a compresión simple hasta fallar.

#### Referencia:

ASTM C 39/C39M-05 Standard Test Method for Compressive and Tensile Strength of Cured Concrete

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

  
VICENTE NICOLAS  
INGENIERO CIVIL  
Rut: CPT-10-177469

### INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MUESTRAS TIPO SODA CONSTRUIDOS CON MATERIAL PET. LIMA 2018 **REGISTRO** : 200 19 General

**SOLICITANTE** : ESMITH EMERSON OSORIO CORDOVA Y JHONATAN GUEVAEA CHAVEZ **FECHA** : 1-Nov-18

**DIRECCIÓN** : Km 3.2, CARR. CENTRAL, ATE 19481-UCV EDEE ATE

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

**DESCRIPCIÓN** : Cubos de mortero Portland tipo I

**RESISTENCIA DE DISEÑO** : 175 Kg/cm<sup>2</sup>

#### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CÚBICAS ASTM C 39/C39M-05

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE VINCULO	FECHA DE ENSAYO	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	ALTIMETRO (mm)	LADO (mm)	Coeficiente de reducción (R <sub>0</sub> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
ASENTADO DE LADRILLO	4-Oct-18	11-Oct-18	7	23	23	941	182.8
ASENTADO DE LADRILLO	4-Oct-18	11-Oct-18	7	23	23	962	184.1

**OBSERVACIONES :**

- las muestras fueron realizadas e identificadas por el solicitante.
- Los ensayos fueron efectuado a compresión simple hasta fallar.

**Referencia**

ASTM C 39/C39M-05 Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.



VICENTE NICHOLAS  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 177469

### INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MUECOS TIPO SOGA CONSTRUIDOS CON MATERIAL PET. LIRIA 2019. **REGISTRO** 26719/Guancabamba

**BOLICITANTE** : ESMITH EMERSON OSORIO CORDOVA Y JHONATAN GUEVAREA CHAVEZ **FECHA:** 1-Nov-19

**DIRECCIÓN** : km 8.2, CARR. CENTRAL, ATE 16487 UCV SEDE ATE

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

**DESCRIPCIÓN** : Cubos de mortero Portland tipo I

**RESISTENCIA DE DISEÑO** : 175 Kg/cm<sup>2</sup>

#### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CÚBICAS ASTM C 39/C30M-05

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE VACADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ALTURA (mm)	LADO (mm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
ASENTADO DE LADRILLO	4-Oct-18	1-Nov-18	28	2.5	2.5	1,205	181.6
ASENTADO DE LADRILLO	4-Oct-18	1-Nov-18	28	2.5	2.5	1,189	190.2

**OBSERVACIONES :**

- las muestras fueron realizadas e identificadas por el solicitante
- Los ensayos fueron expuesto a compresión simple hasta fallar

**Referencia:**

ASTM C 39/C30M-05 Standard Test Method for Obtaining and Testing Cylindrical Core and Scaled Beams of Concrete

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.

  
**RADILLO AYCO**  
 VICENTE NICOLAS  
 INGENIERO CIVIL  
 RUC: 0101117469



**ANEXO N° 4:  
CERTIFICADO DE  
FUNCIONAMIENTO DEL  
LABORATORIO N° 1 - LEM -  
FIC -UNI (VALIDADO)**



Certificate PE131175322  
The management system of

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO N°1  
DE ENSAYO DE MATERIALES  
"ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

*Av. Tupac Amaru 210-Rimac  
Lima - Perú*

We are pleased and certified in meeting the requirements of

**ISO 9001:2008**

For the following activities:

**Ensayos de Materiales de Construcción en Agregados, Concreto, Alfarería, Madera y  
Acero desde la Solicitud de Servicio hasta la emisión de los Informes de Ensayo de  
muestras proporcionadas por los clientes**

**Building materials tests in Aggregates, Concrete prisms, Masonry units, Wood and  
Steel rebar from the service request to the emission of reports of samples provided by  
clients**

Further verifications regarding the scope of the certificate and the applicability of  
ISO 9001:2008 requirements may be obtained by consulting the organization.

This certificate is valid from July 25, 2013 until July 24, 2016  
and remains valid subject to satisfactory surveillance audits.

Re-certification audit due before May 24, 2016  
Issue 1. Certified since July 25, 2013

Authorised by

SGS United Kingdom Ltd. System 3 Services Certification  
Riverside Business Park, Twickenham Road, Chertsey, Surrey TW20 2BN, UK  
t +44 (0)181 233-0000 f +44 (0)181 233-0000 [www.sgs.com](http://www.sgs.com)

020 0901 401 0011

Page 1 of 1



This document is the property of SGS and is the Confidential Information of SGS. It is not to be disclosed, copied, reproduced, or otherwise used without the prior written consent of SGS. If you are not the intended recipient, you should not disseminate, distribute or take any action in reliance on the contents of this information. If you have received this document by mistake, please notify the sender immediately by e-mail or by telephone. Your cooperation is appreciated. Thank you for your attention.

**ANEXO N° 5:  
CERTIFICADO DE  
CALIBRACIÓN DE LA  
MAQUINA CMC-053-2018  
(VALIDADO)**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CMC-066-2019**

Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería

Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería

Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales \* Ing. Manuel Gonzales de la Cotera \*  
FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.

Tipo de equipo : Máquina Universal N° 2

Capacidad del equipo : 20,000 kgf ; 50,000 kgf ; 10,000 kgf ; 5,000 kgf ; 100,000 kgf.

División de escala : 20 kgf ; 100 kgf ; 10 kgf ; 10 kgf ; 100 kgf.

Marca : TOKYOKOKI SEIZOSHO

N° de serie del equipo : 177 T 128

Código Interno UNI : MUNV-2

Panel digital : Analógico

Número serie panel digital : N.I.

Procedencia : JAPAN.

Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19,8°C / 76%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 19,8°C / 76%

Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2019-06-17

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2019-06-19	 Virginia Tello Torre INGENIERO CIVIL	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CP N° 51235

**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión      Escala : 20000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1º ascenso	2º ascenso	3º ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	2000	2054	2092	2102	2083	-4,0	0,3
20	4000	4057	4084	4112	4084	-2,1	0,2
30	6000	6045	6092	6010	6049	-0,8	0,1
40	8000	8045	7992	8006	8014	-0,2	0,1
50	10000	10066	10011	10003	10024	-0,2	0,1
60	12000	12043	11996	11998	12012	-0,1	0,1
70	14000	13945	13991	13998	13978	0,2	0,1
80	16000	15931	15905	15989	15942	0,4	0,1

Dirección de carga : Compresión      Escala : 50000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1º ascenso	2º ascenso	3º ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	5000	5057	5101	5041	5088	-1,3	0,2
20	10000	10121	10120	10102	10114	-1,1	0,2
30	15000	15137	15107	15071	15106	-0,7	0,1
40	20000	20138	20157	20160	20152	-0,8	0,1
50	25000	25284	25241	25172	25232	-0,9	0,1
60	30000	30173	30154	30059	30129	-0,4	0,1
70	35000	35211	35183	35102	35165	-0,5	0,1
80	40000	40173	40222	40130	40175	-0,4	0,1



**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión Escala : 10000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1º ascenso	2º ascenso	3º ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	1000	1055	1058	1019	1044	-4,2	0,3
20	2000	2017	2006	1964	1996	0,2	0,1
30	3000	3065	3061	2962	3029	-1,0	0,2
40	4000	4024	4014	4043	4027	-0,7	0,1
50	5000	4990	4968	5013	4990	0,2	0,1
60	6000	5973	5964	5961	5966	0,6	0,1
70	7000	7020	6939	7014	6991	0,1	0,1
80	8000	7976	7935	7960	7957	0,5	0,1

Dirección de carga : Compresión Escala : 6000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1º ascenso	2º ascenso	3º ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	500	527	533	522	527	-5,2	0,3
20	1000	986	980	951	972	2,9	0,2
30	1500	1566	1525	1466	1526	-1,7	0,2
40	2000	1982	1960	1956	1968	1,7	0,2
50	2500	2481	2491	2489	2487	0,5	0,1
60	3000	2966	3020	3007	2998	0,1	0,1
70	3500	3465	3465	3508	3479	0,6	0,1
80	4000	3970	3962	3983	3972	0,7	0,1



**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión      Escala : 100000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio (kgf)	Error (%)	Incertidumbre K=2 U (%)
(%)	(kgf)	1º ascenso (kgf)	2º ascenso (kgf)	3º ascenso (kgf)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	10000	10392	10462	10329	10394	-3,8	0,4
20	20000	20220	20198	20204	20207	-1,0	0,2
30	30000	30133	29952	29925	30003	0,0	0,1
40	40000	39904	39790	39782	39825	0,4	0,1
50	50000	49905	49869	49796	49793	0,8	0,1
60	60000	59358	59320	59414	59364	1,1	0,2
70	70000	69275	69145	69099	69173	1,2	0,2
80	80000	78968	79091	79124	79067	1,2	0,2

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado



**ANEXO N° 6:**  
**INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN**  
**DE DATOS**





**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : ESMITH EMERSON OSORIO CORDOVA / JHONATAN GUEVARA CHAVEZ  
**Obra** : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MUROS TIPO SOGA  
 CONSTRUIDOS CON MATERIAL PET, LIMA 2019"  
**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Botellas de plástico  
**Expediente N°** : 19-4767  
**Recibo N°** : 68776  
**Fecha de emisión** : 04/12/2019

**1.0. DE LA MUESTRA** : Botellas de plástico rellenas con tierra - arena.  
**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEISOZHO  
 Certificado de calibración: CMC-066-2019  
**3.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura = 21.3 °C H.R. = 69.5 %  
**4.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo; 04 de Diciembre del 2019

MUESTRAS	CARGA MÁXIMA (Kg)
M 1 - 1 :	2540
M 1 - 2 :	2560
M 1 - 3 :	2500
M 1 - 4 :	2200
M 1 - 5 :	2500

**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. R. V. M.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakala  
 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.





**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO (TESISTA)  
**Otra** : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MURDOS TIPO SOGA CONSOLIDADOS CON MATERIAL PET, LIMA 2019"  
**Ubicación** : km 8.2, Carr. Central, Ate 15487-LICV LIMA-A.TE  
**Asunto** : Ensayo de Compresión Diagonal en muretes de Albañilería  
**Expediente N°** : 18-2003  
**Recibo N°** : 62481  
**Fecha de emisión** : 23/11/2019

**1.1. DE LAS UNIDADES** : Los muretes fueron elaborados con ladrillo de perfil codo, King kong de 18 huecos 90% de vacíos, marca LARSA.  
**2.1. DE LOS MURETES** : Los muretes fueron elaborados utilizando un mortero con proporciones en volumen de:

Cemento	Arena
1	4

Espesor del mortero junta: 1.5 cm.  
 Mortero:  
 Cemento  
 Arena: Arena Gruesa

**3.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura ambiente = 18.5 °C H.R. = 77.9%  
**4.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal, TOKYOKORO SEIZOSHO  
 Certificado de Calibración: CMO-050-2010  
 Se utilizaron escalímetros de acero de acuerdo a la NTP 389.021.  
**5.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 389.021-2004 y 6-470 del INE.  
 Procedimiento interno A-14-11-06.

**6.0. RESULTADOS**

MUESTRA	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (kg)	COMPRESIÓN DIAGONAL (kg/cm <sup>2</sup> )
				LARGO (l)	ANCHO (a)	ESPESOR (e)			
M-1	09/10/2018	31/10/2019	28	22.3	62.0	13.9	199.9	2830	22.0
M-2	09/10/2018	31/10/2019	28	22.3	62.0	13.9	199.9	2830	22.0
M-3	09/10/2018	05/11/2019	28	22.2	62.2	13.9	192.4	2830	31.2

**7.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación ha sido proporcionada por el solicitante.

Hecho por: **Mig. Ing. C. Villegas M.**  
 Técnico: **Sr. R. V. M.**

**NOTAS**  
 1) Toda la información contenida en este informe es el resultado de un análisis de laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a los muretes proporcionados por el solicitante.

MIG. ING. MIGUEL ÁNGEL VILLEGAS M.  
 JEFE DEL LABORATORIO





**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** : ESMITH EMERSON OSORIO CORDOVA / JHONATAN GUEVARA CHAVEZ  
**Obra** : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MUROS TIPO SOGA CONSTRUIDOS CON MATERIAL PET, LIMA 2019"  
**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Albañilería  
**Expediente N°** : 19-4767  
**Recibo N°** : 68776  
**Fecha de emisión** : 05/12/2019

- 1.0. DE LA MUESTRA** : Murete de albañilería proporcionado e identificado por el solicitante como; Muretes tipo sogá construidas con material pet (con tarrajeo).
- 2.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura ambiente = 21.6 °C H.R. = 67.4 %
- 3.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de Calibración: CMC-086-2019  
 Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.
- 4.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.621:2015 y E-070 del RNE.  
 Procedimiento interno AT-PR-08.
- 5.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo el 03 de Diciembre del 2019

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm²)
		LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
M - 1: Murete	03/12/2019	75.0	57.0	15.0	990.0	4500	3.2
M - 2: Murete	03/12/2019	76.0	57.7	15.0	995.3	4900	3.5
M - 3: Murete	03/12/2019	75.1	57.6	15.3	1016.2	8400	5.9
M - 4: Murete	03/12/2019	76.0	57.5	15.2	1007.0	7800	5.5

**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. L.O.R./R.V.M./E.G.V.

MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata  
 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.

**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**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 : ESMITH EMERSON OSORIO CORDOVA / JHONATAN GUEVARA CHAVEZ  
 Obra : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MUROS TIPO SOGA CONSTRUIDOS CON MATERIAL PET LIMA 2019"  
 Ubicación : LIMA  
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Alfarería  
 Expediente N° : 19-4767  
 Recibo N° : 68776  
 Fecha de emisión : 03/12/2019

- 1.0. DE LA PILAS** : Pilas de alfarería proporcionada e identificada por el solicitante como: Muretes tipo sogá construidos con material pet (con tarrajeo)
- 2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal, TOKYONOKI SEIZOSHCO  
 Certificado de calibración CMC-096-2019
- 3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.625.2019  
 Procedimiento interno AI-PR-06

**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					
M - 1 Pila	03/12/2019	27.0	15.5	41.8	458.5	12250	1.25	29.3	Separación del frente superficial
M - 2 Pila	03/12/2019	27.1	15.0	42.2	406.5	13300	1.08	32.7	Separación del frente superficial
M - 3 Pila	03/12/2019	27.9	14.2	41.8	399.6	10950	1.06	27.2	Separación del frente superficial
M - 4 Pila	03/12/2019	27.9	14.1	41.3	397	12550	1.06	32.1	Separación del frente superficial

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

Hecho por Técnico



*Isabel Moroni Nakata*  
 Msc. Isabel Moroni Nakata  
 Jefe 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.



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381 - 3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**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** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO (TESISTA)  
**Obra** : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MUROS TIPO SOGA CONSRUIDOS CON MATERIAL PET, LIMA 2019"  
**Ubicación** : km 8.2, Carr. Central, Ate 15467-UCV LIMA-ATE  
**Asunto** : Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Albañilería  
**Expediente N°** : 18-3580  
**Folio N°** : 62481  
**Fecha de emisión** : 23/10/2019

**1.1. DE LAS UNIDADES** : Los muretes fueron elaborados con ladrillos de arena cocida, tipo king de 18 huecos 30% de vacíos, marca LARK.

**2.1. DE LOS MURETES** : Los muretes fueron elaborados utilizando un mortero con proporciones en volumen de:

Componente	Partes
Cemento	4
Arena	4

Espesor del mortero junta: 1.5 cm.  
 Morteros:  
 Cemento  
 Arena: Arena Gruesa.

**3.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura ambiente = 18.5 °C F<sub>10</sub> = 77.5%

**4.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SHIMADZU  
 Certificado de Calibración QMC-050-2019  
 Se utilizaron los resortes de acero de acuerdo a la NTP 399.021.

**5.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.021-2004 y E-4170 del INEI.  
 Procedimiento interno A1411-06.

**6.0. RESULTADOS**

MUESTRA	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (kg)	COMPRESIÓN DIAGONAL (kg/cm <sup>2</sup> )
				LARGO (L)	ANCHO (A)	ESPESOR (E)			
M-1	09/10/19	31/10/19	28	22.3	62.0	12.9	789.9	2930	22.0
M-2	09/10/19	31/10/19	28	22.3	62.0	12.9	789.9	2930	22.0
M-3	09/10/19	05/11/2019	28	22.2	62.2	12.9	822.9	2930	31.2

**7.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación ha sido proporcionada por el solicitante.

Hcedo por: Mg. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico: Sr. R. V. M.

**NOTAS:**  
 1) En caso de haber sido modificado el informe de ensayo, tal y como se indica en la parte superior de esta página.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a los muretes proporcionados por el solicitante.

Mg. Ing. C. Villegas M.  
 Ing. de Materiales

**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lina 25  
 apartado 1321 - Perú  
 (511) 361-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4040

www.lcm.uni.edu.pe  
 lcm@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

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

Colaboración Especializada en Ingeniería



Accredited Based on ABET EACB Standard



Programa de  
Ingeniería de  
Civil (E-1001)  
01/2013-01/2017

**INFORME**

**Del:** Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales  
**A:** UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
**Obj:** CONTROL DE LA FRECUENCIA DE VIBRACIONES DEL MUNDO PARA DISEÑO DE ESTRUCTURAS MATERIALES, PTE. 1, SEM 2017  
**Ubicación:** Edificio Civil, Central, Av. 15467 - UCH LIMA - ATE  
**Asesor:** Grupo de Investigación e Investigación en Materiales de Ingeniería  
**Expediente N°:** 18-2005  
**Fecha N°:** 40591  
**Fecha de emisión:** 27/11/2017

**5.0. DE LAS UNIDADES:** Para la elaboración de los datos de ensayo se utilizaron los siguientes: NIVELADOR, de precisión con un error de 0.05 mm, de marca ABET.

**5.1. DE LA PILA:** El material de las pilas es el cemento tipo I según el NTP 300 005.  
 Las pilas fueron elaboradas con un agregado con proporciones en volumen de:

Cemento	Grava
1	4

Ejemplar de muestra: 1.0 cm.  
 Marca: ABC  
 Cemento: Anillo tipo I  
 Necesario para: 100000

**5.2. CONDICIONES AMBIENTALES:** Temperatura de almacenamiento = 15 ± 1 °C - H. H. = 70 ± 5

**5.3. DEL EQUIPO:** Máquina de ensayo: marca: 104119310-SE00010  
 Certificado de calibración: CMC 004 2014

Dimensiones de las placas de ensayo de cemento: 24x40x2.0 cm.

**5.4. MÉTODO DE ENSAYO:** Norma de referencia: NTP 300 005 2012  
 Procedimiento: método A-PR-02

**6.0. RESULTADOS**

MUESTRA	FABRICAL ELABORACION	EQUIPO DE ENSAYO	ENSAYOS DE LA PILA PTE					FUERZA NETA (MPa)	CARGA MODAL (kg)	CARGA PRÁCTICA (kg)	FACTOR DE CORRECCION	RESISTENCIA A LA COMPRESION (MPa)	
			200	1000	2000	3000	RESISTENCIA AL FRAGMENTACION					Superf	Med
N-1	01/2018	XP-1000	25	200.0	1000.0	2175.0	3.25	10000	2000	20000	1.00	31.2	31.0
N-2	01/2018	XP-1000	25	200.0	1000.0	2128.0	3.25	10000	2000	20000	1.00	31.2	31.0
N-3	01/2018	XP-1000	25	200.0	1000.0	2128.0	3.25	10000	2000	20000	1.00	31.2	31.0

FILEADO EN EL REGISTRO NACIONAL DE NTP 20050052

**7.0. OBSERVACIONES:** La información referente al ensayo, por su calidad, fecha de emisión y clasificación han sido proporcionados por el solicitante. El ensayo se realizó de forma adecuada en el momento de la ejecución de la T.F. 200 005.

Elaborado por: **Ing. Ing. C. Waguash**  
 Su. R. N. M.

**NOTA:**  
 El presente informe es válido si el ensayo se realizó con el procedimiento de ensayo de laboratorio.  
 De los resultados se ha procedido a la interpretación de los mismos para su uso en el proyecto.



**UNI-LEM**  
 Tu Calidad es nuestra compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lina 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4048



www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo  
 de Materiales - UNI





**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO (TESISTA)  
**Obra** : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MUROS TIPO SOGA CONSOLIDADOS CON MATERIAL PET, UMA 2019"  
**Ubicación** : km 8.2, Carr. Central, Ate 15467-LICV LIMA-ATE  
**Asunto** : Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Albañilería  
**Expediente N°** : 18-3580  
**Recibo N°** : 62481  
**Fecha de emisión** : 23/11/2019

- 1.0. DE LAS UNIDADES** : Los muretes fueron elaborados con ladrillos de arcilla cocida, King kong de 18 huecos, marca LARK.  
**2.0. DEL MURETE** : El murete fue elaborado utilizando un mortero con proporciones en volumen de:

MUESTRA	Cemento	Arena
M-1	1	4

Espesor de mortero entre: 1.3 cm.  
 Materiales:

Arena: Arena Gruesa.

- 3.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura ambiente = 16.5 °C HR = 77.0%  
**4.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal, TOKYO KOKI SEIZOSHU  
 Certificado de Calibración: CNC 063-2019  
 Se utilizó los protocolos de ensayo de acuerdo a la NTP 399-621.  
**5.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399-621-2004 y E-070 del RNE  
 Procedimiento interno AT-PR-05.

**6.0. RESULTADOS** :

MUESTRA	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	DÍAS	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (kg)	COMPRESIÓN DIAGONAL (kg/cm <sup>2</sup> )
				LARGO (L)	ANCHO (A)	ESPESOR (E)			
M-1	06/11/2019	06/11/2019	28	61.5	61.4	12.4	742.6	6600	8.9

- 7.0. 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  
 Firmado : Sr. R. V. M.

**NOTAS**  
 1) El laboratorio reproduce y modifica el informe de ensayo, tanto parcialmente, como totalmente, en la medida que el laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

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



ACCREDITED  
 ENGINEERING  
 TECHNOLOGY  
 PROGRAMS

**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
**Órgano** : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
**Ubicación** : Calle Cay. Candela, Av. Cay. 1001 - URB. UIMA - UTE  
**Asesor** : Laboratorio de Resistencia a la Compresión de Pilas de Unidades de Alambres  
**Expediente N°** : 10-2008  
**Título N°** : 00000  
**Fecha de emisión** : 2011/01/11

**1.0. DE LAS INTENCIONES** : Para la elaboración de las pilas de alambres de alta resistencia con la finalidad de verificar la resistencia a la compresión.

**2.0. DE LAS PLACAS** : Elaborado de las pilas para el ensayo de acuerdo a la NTP 398.002.  
 Las pilas fueron elaboradas con un número de probadores en volumen de:

Cantidad	Medida
1	1
1	2

Espesor de la pila: 1.5 cm.  
 Material:  
 Cemento Andén Tipo I  
 Grueso para pila de alambre

**3.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura de almacenamiento = 18 ± 0.2 °C - 14.5 °C

**4.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal TQ90000108010000  
 Control de computadora: CM2 503 2010

Distribución de las pilas de ensayo de laboratorio: 2010-01-01-02

**5.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Norma internacional NTP 398.002 2012  
 Procedimiento interno AT-PT-30

**6.0. RESULTADOS**

PILAS (N°)	FORMA DE ELABORACIÓN	FORMA DE ELABORACIÓN	DISEÑO	DIMENSIONES DE LA PILA (mm)				PESAJE (kg)	CARGA MÁXIMA (kg)	CARGA MÁXIMA (N)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (MPa)	
				LARGO	ANCHO	ALTO	RELACION DE LONGITUDIN					(f <sub>cd</sub> )	(f <sub>ctd</sub> )
P-1	100x100x15	100x100x15	100	100	100	150	0.12	10000	9800	100	100	11.7	
P-2	100x100x15	100x100x15	100	100	100	150	0.12	10000	11000	100	100	11.7	
P-3	100x100x15	100x100x15	100	100	100	150	0.12	10000	11000	100	100	11.7	

El informe fue elaborado el 2011/01/11 a las 10:00 AM.

**7.0. OBSERVACIONES:**  Este informe es válido para el ensayo de laboratorio.  Este informe es válido para el ensayo de campo.  Este informe es válido para el ensayo de campo y laboratorio.

Hecho por: Ing. C. Villegas M.  
 Técnico: E. R. V. M.

Ing. C. Villegas M.  
 INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL

**8.0. NOTAS:**  
 1) Este informe es válido para el ensayo de laboratorio.  
 2) Este informe es válido para el ensayo de campo y laboratorio.

**UNI-LEM**  
 La Calidad en nuestros compromisos  
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4053 / 4046



www.lem.unileda.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI







**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

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

Contenido registrado. Cero Tolerancia por



**INFORME**

**Del:** Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A:** UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO (UNCV)  
**Tema:** ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MUROS TIPO SOGA CONSTRUIDOS CON MATERIAL P.C.T. LIMA 303P

**Ubicación:** Ica 6.2. Cas. Central. Av. 15467-UCV LIMA - ATE  
**Asesor:** Ensayo de Resistencia a la Compresión en Placas de Concreto de Fibra de Algodón  
**Procedimiento N°:** 18-3502  
**Resolución N°:** 05481  
**Fecha de emisión:** 12/11/2015

**1.8. DE LAS UNIDADES:** Para la determinación de la resistencia a la compresión se utilizará el método de ensayo de placas de concreto tipo SOGA construido con material P.C.T. LIMA 303P.

**2.0. DE LA PLACA:** El ensayo de la placa (cuadrado) se hará en un ensayo de compresión NTP 3502-02.  
 La placa se elaborará con una mezcla proporcional en volumen de:

Gravado	Area
1	4

Especie en la placa: F. 30  
 Modulo: M  
 Cemento: Cemento Tipo I  
 Fibras: fibras de algodón

**3.0. CONDICIONES AMBIENTALES:** Temperatura de ensayo = 18.5°C ± 1.0°C ± 14%

**4.0. DEL EQUIPO:** Máquina de ensayo mecánica, TON 10000 (100000kg)  
 Guía de ensayo de placa NTP 3502-02

Dimensiones de las placas de ensayo de concreto: 20x20x10 cm.

**4.0. METODO DE ENSAYO:** Método de ensayo NTP 3502-02  
 Procedimiento: Anexo A' (P-3)

**4.0. RESULTADOS:**

MUESTRA	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	SEAL	DIMENSIONES DE LA PLACA (cm)				EFECTIVA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CARGA (MPa)	CARGA (N/mm <sup>2</sup> )	FACTOR DE CORRECCION	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	
				LARGO	ANCHO	ALTEZA	EFECTIVA						Calculada	Real
M-0	12/11/2015	08/11/2015	10	200	100	100	100	20000	100	9.81	1.0	9.8	97	

\*) Método de ensayo de placa de concreto NTP 3502-02

**2.0. OBSERVACIONES:** El ensayo de ensayo de placa de concreto se realizó en condiciones de ensayo de compresión en placa de concreto tipo SOGA construido con material P.C.T. LIMA 303P.

**Elaborado por:** Ing. Ing. C. Valdez M.  
**Revisado por:** Ing. Ing. V. N.

**NOTAS:**  
 1) Este informe es válido para el ensayo de ensayo de placa de concreto de fibra de algodón.  
 2) Los resultados de ensayo de ensayo de placa de concreto de fibra de algodón se encuentran en el Anexo A' (P-3).

M. Ing. Ing. C. Valdez M.  
 Ing. Ing. V. N.

**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1381 - Perú  
 (511) 361-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lcm.uni.edu.pe  
 lcm@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo  
 de Materiales - UNI



**ANEXO N° 7:**  
**FOTOGRAFIAS PROPIAS**

## RECOLECCION Y LLENADO DE LLADRILLOS TIPO PET



## ENSAYO A COMPRESION AXIAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA TIPO PET



## ELABORACION DE MUROS TIPO PET



## ENSAYO A COMPRESION AXIAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA CONVENCIONAL



# ENSAYO A COMPRESION AXIAL DE PILAS CON UNIDADES DE ALBAÑILERIA TIPO PET



## ENSAYO A COMPRESION AXIAL DE PILAS CON UNIDADES DE ALBAÑILERIA TIPO PET





# ENSAYO A COMPRESION AXIAL DE PILAS CON UNIDADES DE ALBAÑILERIA CONVENCIONAL



## ENSAYO A COMPRESION DIAGONAL DE MURETES CON UNIDADES DE ALBAÑILERIA TIPO PET



## ENSAYO A COMPRESION DIAGONAL DE MURETES CON UNIDADES DE ALBAÑILERIA TIPO PET



## ENSAYO A COMPRESION DIAGONAL DE MURETES CON UNIDADES DE ALBAÑILERIA CONVENCIONAL



**ANEXO N° 8:**  
**FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO**

# CEMENTO ANDINO TIPO I / PÓRTLAND TIPO I



## CARACTERÍSTICAS:

- Cemento Portland Tipo I.
- Cumple con la Norma Técnica Peruana (NTP) 334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.
- Producto obtenido de la molienda conjunta de clínker y yeso.
- Bajo contenido de álcalis (\*)

## VENTAJAS:

Proporciona una mayor resistencia a la compresión a mayor edad del concreto, reportándose en ensayos de mortero que a 90 días superan los 480 Kg/cm<sup>2</sup>.

## USOS Y APLICACIONES:

Se recomienda para estructuras y acabados de edificaciones en general, estructuras industriales, conjuntos habitacionales, puentes, y todas aquellas obras que se construyan sobre terrenos con contenido menor de 150 ppm de sulfato soluble en agua.

(\*) Los cementos con bajo contenido de álcalis (BA), protegen los concretos preparados con agregados que, por acción del álcali, pueden tener una reacción destructiva. Todos nuestros cementos cumplen ampliamente con los requisitos físicos y químicos, generales y opcionales de las Normas Técnicas ASTM y NTP de Indecopi.

## RECOMENDACIONES:

- Como en todo cemento, se debe respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Es importante utilizar agregados de buena calidad. Si estos están húmedos es recomendable dosificar menor cantidad de agua para mantener las proporciones correctas.
- Como todo concreto, se recomienda realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.
- Para asegurar una conservación del cemento, se recomienda almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes o pisos y protegidas del aire húmedo.
- Evitar almacenar en pilas de más de 10 bolsas para evitar la compactación.

## PRESENTACIÓN:

Bolsas de 42.5 kg (4 pliegos - 3 de papel + 1 film plástico) y a granel (a despacharse en camiones bombonas).

**UNACEM**  
CONCRETO PARA OPORTUNIDADES



**ANEXO N° 9:**  
**CANTERA SAN MARTIN**



LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 150 - 2 018-MTC/14.01

SOLICITANTE	: ARENERA SAN MARTÍN DE PORRAS S.A.	MUESTRA	: Agregados
DOMICILIO LEGAL	: Av. Montevideo N° 197 - Ato - Lima	IDENTIFICACIÓN	: El que se indica
PROYECTO	: "USA Arenera San Martín de Porras"	CANTIDAD	: 50 kg
REFERENCIA	: REC N° 113-2018-FPL-001-G	PRESENTACIÓN	: Sacos de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2 018.06.28.	FECHA DE ENSAYO	: 2 018.07.03 a/04.

NTP 403.024 (2 016) AGREGADOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR CUALITATIVAMENTE LAS IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO

IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (Número de Placa Orgánica del 1 al 5) **	INTERPRETACIÓN DE RESULTADO (Presencia cualitativa de impurezas orgánicas)
Arena Chancada (Chancadora - 2)	Grado "1"	Aceptable

Observaciones:

- (\*) Referencia: ASTM C-40 (2011), "Standard test method for organic impurities in fine aggregates for concrete".
- \*\* Determinado con colorímetro Gardner.
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Proveniencia: Arenera San Martín.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2 018.06.28.
- Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002 - SBS/DECOPI - CRT del 07.01.98).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



DRY. ING. ORLANDO E. SAN MIGUEL CABRERA  
Lima, 03 de Julio de 2 018.

USA (2010)  
versión  
O.S. N° 100



LABORATORIO



Av. Topes Amaru N°100 - Rimac. Tel: 481-3727 Fax: 481-0877





LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 1 5 0 - 2 018-MTC/14.01

SOLICITANTE	: ARENERA SAN MARTÍN DE PORRAS S.A.	MUESTRA	: Agregado
DOMICILIO LEGAL	: Av. Montevideo N° 187 - Ate - Lima	IDENTIFICACIÓN	: Etiqueta índice
PROYECTO	: "U.S.A. Arenera San Martín de Porras"	CANTIDAD	: 57 kg
REFERENCIA	: REC N° 113-2018-PPJ-001-0	PRESENTACIÓN	: Saca de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2 018 06 28	FECHA DE ENSAYO	: 2 018 07 04 a las 08:

NTP 400.022 (2 013) AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (\*)

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO	RESULTADO
Arena Chica (Chicada) - 2)	Peso específico bulk (base seca) g/cm <sup>3</sup>	2,688
	Peso específico bulk (base saturada) g/cm <sup>3</sup>	2,701
	Peso específico aparente (base seca) g/cm <sup>3</sup>	2,731
	Absorción (%)	0,60

Observaciones:  
 - (\*) Referencia: ASTM C-128 (2010), "Standard test method for density, relative density (specific gravity), and absorption of fine aggregate".  
 - Muestra proporcionada e identificada por el solicitante, Protenencia Arenera San Martín.  
 - Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2 018 06 28.  
 - Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 2002 - S/INDECOR - CRT del 07 31 98).  
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



ORLANDO E. SAN MIGUEL CABRERA  
 LIMA, 29 DE JULIO DE 2018

USA (2018)  
 modelo  
 O.S. N° 100



**LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES**

**INFORME DE ENSAYO N° 150 - 2 018-MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b>	: ARENERA SAN MARTÍN DE PORRAS S.A.	<b>MUESTRA</b>	: Agregados
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: Av. Montevideo N° 197 - Ate - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: El que se indica
<b>PROYECTO</b>	: "UEA Arenera San Martín de Porras"	<b>CANTIDAD</b>	: 50 kg
<b>REFERENCIA</b>	: REC N° 113-2018-FPL-501-G	<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos de polietileno
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 2 018.06.28.	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 2 018.07.03 al 04.

**NTP 400.016 (2 013) TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENUZABLES EN LOS AGREGADOS (\*)**

IDENTIFICACIÓN	MUESTRA	RESULTADO (%)
Arena Chancada (Chancadora - 2)	Agregado grueso	0,014
	Agregado fino	0,032

**Observaciones:**

- (\*) Referencia: ASTM C - 142 (2017), "Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles and Aggregates".
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Procedencia: Arenera San Martín.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2 018.06.28.
- Los resultados de ensayos no deben ser usados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo provee (Resolución N° 0002 - 98/INDECOPI - CRT del 07.01.98).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



ORLANDO E. SAN MIGUEL CABRERA  
Lima, 08 de Julio de 2 018

USA (1108)  
es/ajoc  
O.S. N° 140



**LABORATORIO**



**DEE**

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Tel.: 481-3707 Fax: 481-0877

LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 1 6 0 - 2 018-MTC/14.01

<b>SOLICITANTE</b>	: ARSENIA SAN MARTÍN DE PORRAS S.A.	<b>MUESTRA</b>	: Agregado
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: Av. Monzavide N° 187 - Ate - Lima	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: El que se indica
<b>PROYECTO</b>	: "NUEVA ARSENIA SAN MARTÍN DE PORRAS"	<b>CANTIDAD</b>	: 53 kg
<b>REFERENCIA</b>	: RDC N° 1-3-2018-FPL-501-G	<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos de 50 kg
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 2 018.06.28	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 2 018.07.04 a las 08:00

HTP 400.018 (2 013) DETERMINACIÓN DE MATERIAL MÁS FINO QUE PASAN TAMIZ N° 200 (0.75 µm) POR LAVADO EN AGREGADOS (PROCEDIMIENTO A) (\*).

IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (%)
Arena Chapeada (Chapeadora - 2)	12,4

Observaciones:

- (\*) Referencia ASTM C-117 (2017) "Standard test method for materials finer than 75 µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing"
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Procedimiento: lavado de muestra.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2 018.06.28.
- Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como evidencia del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002 - 2014-MTC/001 - CRT en 07.07.08).
- Este documento no autoriza el empleo de los resultados analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



OMILANDY E. SAN REGUELO CADRERA  
Lima, 06 de Julio de 2018

UN 15003  
MTC/14.01  
D.S. N° 190



LABORATORIO



DE

Av. Tarma Arzobispo N° 180 - Miraflores

Tel.: 491.4010

Fax: 491.4077



**LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES**

**INFORME DE ENSAYO N° 150 - 2018 - MTC/14.01**

<b>SOLICITANTE</b>	: ASESORIA SAN MARTÍN DE PORRAS S.A.	<b>MUESTRA</b>	: Asfalto
<b>DOMICILIO LOCAL</b>	: Av. Maravilla 1718 - Lima - ATE	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: La comunalidad
<b>PROYECTO</b>	: TUBA ASESORIA SAN MARTÍN DE PORRAS	<b>CANTIDAD</b>	: 02 - 8493
<b>REFERENCIA</b>	: TCC N° 110 - 2018 - PA - MTC - 0	<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos Premium
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 2018 06 26	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: Del 27/07/2018 al 28/07/18

**MTC E-245 (2 816) - BAJER SOLIBLES EN ADHESIVOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

Identificación	Resultado (MPa/01)
Anexo Chancado (Chano - 2) Anexo San Martín	225

**Observaciones**

- Muestra preparada en el laboratorio de ensayos
- Precio de análisis de ensayo: 2018.05.28
- Los resultados de ensayo no están serificados como una certificación de conformidad con normas de productos o con el contenido del contrato de calidad de la entidad que lo produce ("Resolución" N° 001-2018-03-0000004-C07-01-001)
- Este documento es válido si se refiere a los materiales, métodos, procedimientos y simulación del método de ensayo y responsabilidad del usuario.
- Invalidez del informe y/o datos, para otros resultados en la vida de los ensayos, según sea el caso.



LMO 005  
06/08/18  
05:57:53



**LABORATORIO**



**DEE**

Av. Tarma Ancha N°150 - Rimac. Telf.: 481-2027 Fax: 481-2077

**ANEXO N° 10:**  
**FICHA TECNICA DE BOTELLAS**  
**COCA-COLA**

  
*Latin Center Division*  
**FICHA TECNICA**  
**COCA-COLA ZERO**

**1.- DESCRIPCIÓN DE LA BEBIDA**

Coca-Cola Zero es una bebida gaseosa sin calorías (menos de 1 Cal. por porción), color café oscura, sin turbiedad y sin sedimentos.

**2.- SABOR.**

Coca-Cola Zero está fabricada con una mezcla de saborizantes naturales, sabor a Coca-Cola.

**3.- EMPAQUES**

Coca-Cola Zero se comercializa en empaques de vidrio retornables y no retornables, empaques de PET no retornables, latas de aluminio como bebidas listas para su consumo y en Bolsas de Bag-in-Box y tanques de acero inoxidable a través del sistema de dispensadores. Incluyendo el "Frozen carbonated beverage" (Raspado).

**4.- PRESENTACIONES**

Coca-Cola Zero se comercializa en presentaciones de 237 mL y 300 mL en vidrio no retornable, lata de aluminio de 250 ml, 295 mL, 330 ml, 354 mL y 355 mL, botella plástica PET no retornable de 250 ml, 300 ml, 350 ml, 400 ml, 500 mL, 600 mL, 1.0 L, 1.25 L, 1.365 Lts, 2.0 L, 2.25 L, 2.5 L, 3.0 L, 3.1 L y 3.125 L, botella de vidrio retornables de 192 ml, 250 ml, 350 ml, 1 L y 1.25 L y maquinas dispensadoras para comercialización como bebida lista para consumir.

**5.- Declaración de Ingredientes**

La siguiente es la declaración de Ingredientes que estará en todos los empaques:

Ingredientes: Agua carbonatada, color caramelo, Acidulante (ácido fosfórico), Edulcorantes Artificiales (aspartame y acesulfame K), Saborizantes Naturales, Preservante (benzoato de sodio), Regulador de Acidez (citrato de sodio) y Cafeína. Fenilcetonúricos: Contiene Fenilalanina.

Este alimento no ayuda a adelgazar o reducir el peso corporal excepto cuando hace parte de una dieta en la cual la ingesta total de calorías se controle.



## 6.- Producción, almacenamiento y vida útil.

Proceso: Este producto no está sometido a ningún proceso térmico, se envasa a temperatura ambiente y en condiciones sanitarias.

Conservación: Este producto puede ser conservado a temperatura ambiente, y se debe almacenar en ambientes limpios y protegidos de la intemperie.

Vida útil: En las condiciones normales de almacenamiento, la vida útil del producto depende del empaque así:

Empaque	Vida Útil
Vidrio	90 días
Lata	90 días
Plástico 500-600 mL	60 días
Plástico > 1.5 L.	90 días
Bolsas BIB	45 días

**ANEXO N° 11:**  
**NORMAS PERUANAS EMPLEADAS**  
**EN ESTA INVESTIGACIÓN**



NORMA TÉCNICA E. 070 ALBAÑILERÍA

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 011-2006-VIVIENDA

**NORMA TÉCNICA E.070  
ALBAÑILERÍA**

**2006**

# **NORMAS DE UNIDADES**

## **NTP 399.613**

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 399.613  
2005

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI  
Calle de La Prosa 178, San Borja (Lima 41) Apurto 143

Lima, Perú



UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería

MASONRY UNITS. Standard test methods of sampling and testing clay bricks used in masonry work

2005-06-14  
1ª Edición



R.0035-2005/INDECOPI CRT. Publicado el 2005-07-13  
I.C.S.: 91.100.01

Precio basado en 16 páginas

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descripción: Absorción, Resistencia a la compresión, eflorescencia, congelamiento y descongelamiento, cambio inicial de absorción, cambio de longitud, módulo de rotura, desmenu, muestra, tenazón, tipo de vacíos, distorsión

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 334.051  
1998**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI  
Calle De La Prosa 138, San Borja (LIMA 41) apartado 145

V

Lima, Perú

**CEMENTOS. Método para determinar la resistencia a la  
compresión de morteros de Cemento Portland cubos de 50  
mm de lado**

Cement. Method for Compressive Strength of Portland Cement Mortars (Using 2-in (50 mm) Cube  
Specimens)

1998-07-15  
2ª EDICIÓN

R.0035-98- INDECOPI/CRT. Publicado el 98-08-05

Precio basado en 16 páginas

I.C.S.: 91.100.10

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: Cementos, Cemento Portland, Morteros de Cemento Portland, Método, Aparatos,  
Materiales, Procedimientos, Precisión

# **NORMAS PARA MURETES DE ALBAÑILERÍA**

## **NTP 399.621**

NORMA TÉCNICA	NTP 399.621
TÍTULO	
FECHA DE APROBACIÓN	

### UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería

MASONRY UNITS. Test method for diagonal compression in masonry masonry

2004-06-10  
1ª Edición



IL 0058-2004 EN DE COP1-CRT. Publicada el 2004-07-02.  
I.C.S.: 91.100.01

Precio basado en 10 páginas

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Resistencia en compresión, carga diagonal, resistencia a compresión diagonal (coma), tracción diagonal, muretes de albañilería, unidades de albañilería, mortero, contacto, ensayo comuna