

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para  
muros portantes con plástico de residuos electrónicos**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**Jhon Smith Lara Tineo**

**ASESOR**

**Ronald Esteban Villanueva Maguiña**

<https://orcid.org/0000-0002-3707-5503>

**Chiclayo, 2024**

**Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de  
concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos**

PRESENTADA POR  
**Jhon Smith Lara Tineo**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR

Juan Jacobo Sánchez Bautista  
PRESIDENTE

Justo David Pedraza Franco  
SECRETARIO

Ronald Esteban Villanueva Maguiña  
VOCAL

## **Dedicatoria**

Este logro se lo dedico a mis padres Lidia Tineo Peña y Segundo Fidensio Lara Tineo, por ser el motivo de mi superación diaria, a mi hermana Mildred Gianella Lara Tineo por su apoyo constante y a mis amigos que han formado parte de mi proceso universitario.

## **Agradecimientos**

Agradezco al Programa Nacional de Becas PRONABEC por haberme permitido estudiar la carrera de ingeniería Civil Ambiental, al Ing. Ronald Esteban Villanueva Maguiña por su asesoramiento y a todas las personas que participaron en el desarrollo de la investigación.

## TESIS

### INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1

[tesis.usat.edu.pe](http://tesis.usat.edu.pe)

Fuente de Internet

5%

2

[repositorio.ucv.edu.pe](http://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

4%

3

[repositorio.uss.edu.pe](http://repositorio.uss.edu.pe)

Fuente de Internet

3%

4

[repositorio.unsaac.edu.pe](http://repositorio.unsaac.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

[repositorio.uns.edu.pe](http://repositorio.uns.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

6

[repositorio.unc.edu.pe](http://repositorio.unc.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

7

[pirhua.udep.edu.pe](http://pirhua.udep.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

8

[esdocs.com](http://esdocs.com)

Fuente de Internet

<1%

9

Submitted to Universidad Privada del Norte

Trabajo del estudiante

<1%

## Índice

Resumen .....	6
Abstract .....	7
Introducción .....	8
Revisión de literatura .....	11
Materiales y métodos .....	39
Resultados .....	50
Discusión.....	85
Conclusiones .....	91
Recomendaciones.....	92
Referencias .....	93
Anexos.....	96

## Resumen

La presente investigación analizó las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos como reemplazo del agregado grueso, el plástico que se utilizó fue el Poliestireno de Alto Impacto (HIPS) verificando que los resultados de resistencias cumplen con la normativa peruana E.070. El reemplazo se realizó en porcentajes volumétricos de 5%, 10% y 15% respecto del agregado grueso, los bloques se sometieron a ensayos de variación dimensional, alabeo, absorción, succión, resistencia a compresión, resistencia a compresión en prismas y resistencia a compresión en muretes; en los ensayos de propiedades físicas los resultados cumplen con la normativa en cada uno de los reemplazos, sin embargo en las propiedades mecánicas los resultados obtenidos muestran una conservación de la resistencias con poco porcentaje de reemplazo, lo cual se comprobó a través de un análisis estadístico y contrastivo, quedando demostrado que el porcentaje de sustitución más apropiado es el 5%, en el cual las propiedades mecánicas presentan resistencias con diferencias poco significativas respecto del bloque patrón, siendo viable el uso del plástico electrónico.

**Palabras clave:** bloques de concreto, HIPS, residuos electrónicos.

### **Abstract**

This research analysed the physical and mechanical properties of concrete blocks for load-bearing walls with e-waste plastic as a replacement for the coarse aggregate, the plastic used was High Impact Polystyrene (HIPS), verifying that the strength results comply with Peruvian standard E.070. The replacement was carried out in volumetric percentages of 5%, 10% and 15% with respect to the coarse aggregate, the blocks were tested for dimensional variation, warping, absorption, suction, compressive strength, compressive strength in prisms and compressive strength in walls; In the physical properties tests, the results comply with the standards in each of the replacements; however, in the mechanical properties, the results obtained show a conservation of the resistances with a low percentage of replacement, which was verified through a statistical and contrastive analysis, demonstrating that the most appropriate replacement percentage is 5%, in which mechanical properties present resistances with little significant differences with respect to the standard block, being viable the use of electronic plastic.

**Keywords:** concrete blocks, HIPS, electronic waste.

## Introducción

Cada año se generan grandes cantidades de residuos electrónicos, debido a la demanda en el mercado de estos equipos, este aumento ha provocado un impacto perjudicial en la salud del medio ambiente debido a su bajo potencial de biodegradabilidad [1], lo cual conlleva a una gran cantidad de residuos electrónicos y conduce a la contaminación del ecosistema, presentándose una grave amenaza para su existencia y equilibrio.

Los residuos electrónicos son el residuo de más rápido crecimiento, con un aumento anual del 3 - 4% en el mundo y se calcula que aumentara aproximadamente hasta los 55 millones de toneladas anuales en 2025 [2]. Muchas ciudades en el mundo vienen aumentando su consumo de aparatos electrónicos y la reutilización de estos residuos puede ayudar a proteger el medio ambiente de posibles efectos contaminantes.

El Perú en el año 2021 se posicionó como uno de los mayores generadores de residuos electrónicos en América Latina y Caribe con una generación de 217 mil toneladas de residuos electrónicos, dato que representa un incremento del 26.16% con relación al año 2015 [3]. Relacionando los datos estadísticos a nivel nacional e internacional, se debe implementar soluciones viables, reutilizando los residuos de equipos electrónicos.

A nivel local en la región Lambayeque, se caracteriza por ser una ciudad importante en cuanto a comercio; esto hace que se generen grandes cantidades de residuos sólidos, entre ellos residuos electrónicos que no tienen un adecuado tratamiento y simplemente son arrojados en los botaderos causando de esta manera un impacto negativo a nivel social.

La producción y consumo de plástico se puede ver en todo el mundo en los últimos tiempos, cabe resaltar, que los residuos de plástico son de por sí una gran amenaza para el medio ambiente además que los residuos electrónicos son por ahora inevitables [4]. Los residuos electrónicos o E-Waste son dispositivos electrónicos que han sido desechados, es decir, cumplieron con su vida útil, y ahora son destinados a la reutilización, reventa o reciclable [5]. Los residuos de plástico son un verdadero riesgo natural, los residuos en gran medida frustran la corriente de agua subterránea y además obstaculizan el desarrollo de las raíces.

Por lo tanto, encontrar formas eficaces de reutilizar los plásticos de residuos electrónicos y mejorar la tasa de reutilización es muy importante para la sostenibilidad medioambiental. La producción de un hormigón que sea más amigable con el medio ambiente mediante el uso de los plásticos de residuos electrónicos, como sustituto de los agregados parece ser uno de los mejores enfoques de reutilización aplicables debido a algunas ventajas de los plásticos, como su baja densidad, alta resistencia a productos químicos y a las cargas de impacto.

El uso de los residuos electrónicos junto con los materiales de construcción convencional resulta ser la mejor solución. En el año 2021 se dio a conocer que en Perú la unidad de albañilería de mayor uso en paredes exteriores de viviendas es el ladrillo/bloque de concreto con 55.3% del total, teniendo un incremento del 4.7% respecto del 2011 [6], lo cual denota una gran demanda en estos elementos prefabricados para la construcción de nuevas viviendas.

Los impactos perjudiciales causados por los residuos plásticos en el medio ambiente podrían reducirse utilizándolo para la elaboración de elementos prefabricados como bloques de concreto como un material sustituto de agregados, los cuales debido a la gran demanda en el sector construcción pueden agotarse [7]. La forma como se obtienen los agregados, de forma general es a través de la explotación o extracción en las canteras, lo cual viene más que todo a generar un enorme impacto en el ambiente debido a que altera la calidad de los recursos como agua, suelo y aire; es por ello importante buscar mecanismos en los que los agregados intervinientes en las mezclas de concreto puedan ser reemplazados.

Dentro del sector construcción, se gesta el mayor consumo de los recursos naturales, y una de las mayores en causar la contaminación atmosférica. Datos provenientes de Worldwatch Institute nos indican que, del total de los recursos que el mundo consume, el sector construcción usa el 40% de agregados, 25% de madera virgen, 16% de agua y 40% de energía [8].

Recapitulando las problemáticas mencionadas se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué medida la incorporación de plástico de residuos electrónicos influye en las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes?

Guardando estrecha relación con la pregunta de investigación, se plantea la hipótesis que la incorporación de plásticos de residuos electrónicos logra conservar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto para muros portantes.

La investigación contribuye a que los plásticos de residuos electrónicos pueden ser reutilizados y no seguir considerándolos como un residuo, de esta forma podemos disminuir los impactos producidos que afectan el medio ambiente, y darles un nuevo uso a través de la fabricación de bloques de concreto que puedan ser utilizados en construcción de viviendas, más aún si se llega a implementar programas nacionales que incentiven su uso y de esta forma fomentar la reutilización del residuo plástico electrónico; con esto podemos contribuir con el reciclaje de plásticos electrónicos lo cual es beneficioso para la sostenibilidad ambiental y la reducción de la huella de carbono.

El objetivo general de la investigación, de analizar las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos en diferentes porcentajes. Los objetivos específicos son los siguientes: Identificar las principales propiedades físicas del plástico de residuos electrónicos para la elaboración de bloques de concreto; diseñar la mezcla patrón para elaborar los bloques de concreto; determinar las propiedades físicas de bloques de concreto con diferentes porcentajes de reemplazo de plásticos de residuos electrónicos; determinar las propiedades mecánicas de bloques de concreto con diferentes porcentajes de reemplazo de plásticos de residuos electrónicos; analizar que las propiedades físicas y mecánicas con diferentes porcentajes de plástico de residuos electrónico cumplan con la normativa vigente para muros portantes E.070; analizar el costo unitario de la elaboración de bloques de concreto con porcentajes reemplazo de plásticos de residuos electrónicos y bloques de concreto convencional.

## Revisión de literatura

### Antecedentes

[9] E. Aliye, et al, en el artículo **“Effects of waste electronic plastic and marble dust on hardened properties of high strength concrete”** tiene como objetivo definir la influencia de plásticos de residuo electrónicos y de polvo de mármol (MD) sobre la influencia de las propiedades mecánicas el hormigón, teniendo una relación de a/c de 0.40. Se fabricaron 17 series de mezcla de hormigón utilizando plástico electrónico triturado como sustitución del agregado grueso natural en porcentajes de 0%, 10%, 20%, 30% y 40%. El tamaño de E-Plastic oscilaba entre 0 y 14mm. Además, se utilizó MD de tamaño de 300um usado en proporciones de 0%, 5%, 10% y 15% en porcentaje del cemento. Se desarrollaron ensayos, donde se determinó que los datos de resistencia, módulo de elasticidad y peso unitario de las mezclas eran inferiores a los del hormigón de control, esto sucede cuando se sobrepasa el 20% de sustitución de E-Plastic; por otro lado, la adición del MD mejoró ligeramente las propiedades y rendimiento del hormigón. De esta manera se puede identificar que el reemplazo es factible en porcentajes óptimos del 20% por plástico electrónico.

[2] S. Needhidasan, et al, en el artículo **“Experimental study on use of E-waste plastics as coarse aggregate in concrete with manufactured sand”** tiene como objetivo sustituir el agregado grueso convencional por residuos plásticos de productos electrónicos haciendo variar este porcentaje desde el 0% hasta el 12.5% para un concreto de grado M20. Los resultados que se lograron obtener de los ensayos indican que la resistencia con la incorporación de los residuos plásticos es alta en comparación al concreto convencional con un reemplazo de 10%; también se analizó la resistencia a la flexión donde de igual manera se determinó que mejora esta propiedad en comparación al concreto convencional, en este caso también se analizó mejores resultados con un 10% de reemplazo, por último en la prueba de tracción se obtuvo mejores resultados con reemplazo del 12.5%.

[10] M. Kalpana, et al, en el artículo **“Performance study about ductility behavior in electronic waste concrete”** tiene como objetivo reutilizar los desechos electrónicos en mezclas de concreto reemplazando dicho material por el agregado fino convencional, los residuos electrónicos (E-Waste) se utilizarán en su forma en polvo y se comprobarán sus características de resistencia para compararlas con el material original. En el artículo usaron el bifelino

policlorado (PCB), que es uno de los componentes esenciales de los residuos electrónicos, teniendo un papel importante en la sustitución de los áridos en la mezcla del hormigón. La arena está siendo sustituida por un 15%, 20% y 25% de residuos electrónicos. Se llevaron a cabo ensayos para determinar las propiedades mecánicas, realizando ensayos de resistencia a compresión, tracción y flexión. Adicionalmente se trabajaron con paneles de losa de hormigón de 500x500mm, sometidos a comportamientos de ductilidad. Los valores que se lograron obtener nos indican que para la resistencia a la compresión se logra mejores resultados con el 20% obteniendo  $41.32 \text{ N/mm}^2$ , en la resistencia a la tracción con 25% se obtuvo  $8.18 \text{ N/mm}^2$ , para la prueba de resistencia a la flexión con 20% se obtiene  $8.10 \text{ N/mm}^2$ ; para el caso de ductilidad los valores incrementan gradualmente conforme mayor porcentaje de residuos electrónicos se adicione.

[11] J. Vargas y E. Polo en la tesis para obtención de grado de Ingeniero Civil **“Obtención de una mezcla de concreto con residuos plásticos de equipos electrónicos para la fabricación de elementos no estructurales”** dentro de su investigación busca más que todo incluir los plásticos de desechos electrónicos para poder elaborar un no concreto de tipo no estructural para poder ser usado en la construcción, para ellos somete los especímenes a ensayos con la finalidad de analizar la resistencia en compresión dentro de las cuales se reemplaza el árido grueso, por agregado plásticos con porcentajes 40%, 50% y 60%, buscando obtener o llevar a cabo un diseño de mezcla que tenga un  $f'c$  21Mpa. Los resultados obtenidos indican que incorporando porcentajes mencionados de residuos plásticos de equipos electrónicos son aceptables los resultados obtenidos (2147psi, 1521psi y 1803psi), teniendo en cuenta que el concreto que se emplea en elementos no estructurales. Se pudo determinar que el porcentaje adecuado sería 40% de reemplazo por agregado grueso, con ese porcentaje se cumple con la normativa colombiana, la cual brinda los requisitos mínimos en cuanto a resistencia, para poder ser usado en construcción de viviendas.

[12] C. Makri y N Hahladakis en el artículo **“Use and assessment of “e-plastics” as recycled aggregates in cement mortar”** tiene como objetivo reutilizar los desechos electrónicos en mezclas de concreto reemplazando dicho material por el agregado convencional, se investigaron de igual manera las propiedades físicas y mecánicas en el mortero de cemento. Se utilizó el acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), que es el polímero más común en los residuos electrónicos, se utilizó como agregado en el mortero de cemento. Los porcentajes de reemplazo utilizados fueron 2,5%, 5%, 7,5%, 10% y 12,5%, mientras que la

relación a/c se mantuvo en 0,5. Se observó como resultados de las pruebas de resistencia a compresión, porosidad, densidad, absorción y módulo de elasticidad, que el reemplazo aporta una mayor resistencia, pero menor ductilidad respecto al concreto convencional. El porcentaje de reemplazo más adecuado fue de 12.5%. Concluye que, el uso de plásticos recuperados de residuos electrónicos como agregados reciclados en el cemento podría ser potencialmente una alternativa útil de reciclaje para los residuos plásticos.

[13] S. Sharma, et al, en el artículo **“Utilization of High Impact Polystyrene (HIPS) Plastic Waste as a Partial Replacement of Fine Aggregates in Lightweight Concrete”** dentro de su investigación busca reciclar el plástico electrónico, para ello agregaron varios porcentajes de desecho electrónico como reemplazo de agregado fino para analizar si son adecuados para el uso. En esta investigación se empleó un concreto grado M30 y se sustituyó el agregado fino por residuos plásticos de Poliestireno de Alto Impacto (HIPS) en porcentajes de 5%, 10%; 15%, 20% y 25% respectivamente. Se llevo a cabo un estudio comparativo de las cualidades tanto físicas como mecánicas, demostrándose que el porcentaje optimo fue el 10% debido a que no hubo cambios significativos en la resistencia a compresión, flexión y a la adherencia de mezcla patrón y la mezcla de reemplazo óptima.

[14] O. Oluwarotimi et al, en el artículo **“Recycling of high impact polystyrene and low-density polyethylene plastic wastes in lightweight based concrete for sustainable construction”** esta investigación investiga el uso beneficioso de los residuos de plástico HIPS y LDPE, estos se reciclaron en gránulos de plástico de aproximadamente 2mm de tamaño de partícula y se usaron para sustituir parcialmente la arena en las mezclas de concreto al sustituir parcialmente porcentajes variados de 0%, 10%, 30% y 50%, en peso usando una proporción de mezcla de 1: 1.5: 3 (cemento, arena, agregado grueso) con una relación de a/c de 0.5, con la finalidad de obtener una resistencia de 30N/mm<sup>2</sup> a los 28 días. Los resultados indican una tendencia a disminuir la trabajabilidad, densidad y resistencia a la compresión conforme elevamos los porcentajes de reemplazo, obteniendo un porcentaje óptimo de reemplazo del 10% para obtener un concreto ligero y de alta resistencia, con el cual se obtienen resultados muy similares al concreto convencional.

## **Bases legales**

### **Norma E.070: Albañilería**

[15] El propósito consiste en destacar los requisitos y criterios para un diseño, análisis e inspección apropiados, y también en garantizar la calidad en las edificaciones de albañilería.

### **NTP 339.602. BLOQUES DE CONCRETO. Bloques de concreto para uso estructural**

[16] Nos indica las normas que debemos seguir para elaborar nuestros bloques de concreto. En nuestro caso, elegiremos bloques de 12 cm x 39 cm x 19 cm, lo que significa que las dimensiones permitidas no deben variar más de 3 mm.

### **NTP 399.604. BLOQUES DE CONCRETO. Métodos de ensayo normalizado para la resistencia a la compresión, absorción y dimensionamiento del bloque de concreto**

[17] Será nuestra guía para llevar a cabo el ensayo de manera eficiente y obtendremos datos de resistencia a compresión en los bloques de concreto y datos de absorción de la muestra. Además, nos ayudará a calcular la variación dimensional.

### **NTP 399.605. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería**

[18] Será nuestra guía para llevar a cabo de manera eficiente el ensayo, en el cual obtendremos datos de cuánto resisten a compresión los prismas, siendo la longitud mínima de los prismas de 100mm, los prismas se fabrican con un mínimo de 2 unidades.

### **NTP 339.621 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería**

[19] Tiene por objeto determinar el ensayo, en el cual obtendremos como datos de cuánto puede resistir a compresión diagonal los muretes, las dimensiones que se toman son como mínimo de 60cm por 60cm, se realiza a través de aplicar cargas de forma diagonal en el murete.

### **NTP 400.012. AGREGADOS. Análisis granulométrico de agregado fino, grueso y global**

[20] Nos indica el análisis a realizar para caracterizar los agregados tanto grueso y fino, en este caso se tendrá como referencia los tamices por los cuales logren pasar nuestros agregados.

**NTP 399.613 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos y ensayo de ladrillos de arcilla usado en albañilería**

[21] Nos indica cómo realizaremos el ensayo de succión de los bloques de concreto.

**NTP 400.022. AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso específico y absorción del agregado fino**

[22] Podremos obtener de manera normada los pesos específicos y valores de absorción que tengan agregados finos.

**NTP 400.021. AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso**

[23] Podremos obtener de manera normada el peso específico y valores de absorción que tengan los agregados gruesos.

**NTP 400.017. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y vacíos en los agregados.**

[24] Nos indica el procedimiento para determinar el peso unitario tanto de agregados finos como gruesos, propiedad que posteriormente se utilizara para el diseño de mezcla de los bloques de concreto.

**NTP 339.183. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable**

[25] Nos indica el procedimiento del ensayo de contenido de humedad en agregado fino y grueso.

**ACI 211.1**

[26] El Instituto Americano del Concreto establece las pautas de forma general para el diseño de mezclas con el fin de crear un concreto con propiedades de durabilidad, resistencia y trabajabilidad.

**NTP 334.051. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.**

[27] Nos indica el procedimiento para determinar la resistencia a compresión en morteros de cemento Portland, ensayaremos el mortero utilizado para elaborar los prismas y muretes.

## Bases teóricas

### Albañilería o mampostería

De acuerdo con la norma E 070 [15], la albañilería estructural es aquella que está compuesta por unidades de albañilería que se asientan con mortero o apiladas, estas últimas pueden integrarse con concreto líquido.

### Clasificación

#### a) Por su función estructural

##### Muro Portante

Referente a la normativa E 070 [15], se describe como muros portantes, son aquellos que son diseñados y construido en forma con el objetivo de que las cargas que se producen tanto horizontales como verticales pasen de un nivel a un nivel inferior o bien pasen las cargas a la cimentación. Estos muros se pueden usar como parte estructural [28].

##### Muro No portante

El muro tiene un diseño y forma de construcción que permite que las cargas que se derivan únicamente de su peso propio y de las cargas transversales se transmitan a la cimentación. Los cercos y parapetos son algunos ejemplos. En [15].

### Bloques de concreto hueco

En la norma nos indica que son bloques en la cual, si hacemos cortes paralelos a la superficie, su sección transversal tiene un área que equivale menor del 70% del área bruta [15].

### Clasificación de bloques

Tabla 1: Clasificación de bloques de concreto

Clase	Variación de la dimensión (Máxima en %)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia característica a compresión f'b mínimo en Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100mm	Hasta 150mm	Mas de 150mm		
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: [15]

La tabla 1 nos indica la clasificación de los bloques de concreto, dentro de la investigación que se realizará se pretende obtener un bloque de concreto que sea utilizado en muros portantes (P), es decir, debemos de obtener resistencias con un valor mínimo de  $50\text{kg/cm}^2$

## **Composición**

### **Cemento Portland**

El material del cemento viene a ser una mezcla la cual componen la caliza y arcilla, la cual tiene una característica de fraguado lento y a la vez muy resistente. Algunas propiedades del cemento se pueden mejorar con la incorporación de los aditivos, la cual depende más que todo del proyecto que se esté llevando a cabo. [29]

### **Clasificación del cemento Portland**

Se clasifica en 5 tipos, cuyas propiedades están dadas según la norma ASTM C150. [29]. En el Perú los tipos de cemento más usados son el tipo I, tipo IV y tipo V, siendo el cemento utilizado en investigación es el cemento tipo I de uso general.

### **Agua de mezcla**

Se define como un elemento indispensable en la mezcla de preparación del concreto. [29]

### **Agregados**

Ocupan el 65 al 75% del volumen del concreto, en cuanto a los agregados usaremos agregado fino, que pasa por el tamiz 3/8'', mientras que el agregado grueso que se usa para bloques o también llamado confitillo es aquel con un tamaño máximo nominal de 3/8'' [29].

### **Plástico**

El Instituto Mexicano del Plástico [30] conceptualiza al plástico como materiales orgánicos que se incluyen en la amplia categoría de polímeros. Se producen como resultado de reacciones químicas entre diversas materias primas que pueden ser sintéticas o naturales. Además, se pueden moldear mediante presión, calor y procesos de transformación.

## Clasificación de los plásticos

Según el Instituto Mexicano de Plástico [30] los polímeros se catalogan en Elastómeros, Termofijos y Termoplásticos, teniendo como soporte el comportamiento a la temperatura que tiene cada uno; los mismos que se detallan a continuación.

- **Termofijos:** Plásticos que soportan altas temperaturas manteniendo su solidez y rigidez.
- **Elastómeros:** Después de ser sometidas a una fuerza, recuperan casi por completo su forma original debido a su naturaleza elástica.
- **Termoplásticos:** A temperatura ambiente, es una sustancia sólida muy elástica, pero a temperaturas más altas se transforma en un líquido viscoso. Esta transformación es a veces reversible. El poliestireno de alto impacto HIPS se encuentra dentro de esta categoría [31].

## Codificación del plástico

La sociedad de la industria de los plásticos (SPI) [32] sugirió la creación de un sistema que permita la codificación para facilitar la identificación de los materiales con los que están fabricados, señalando que esta codificación se estandariza en todos los países, lo que facilita la detección y lectura del código. El símbolo fundamental del código es un triángulo con tres flechas con un número en el medio para indicar el material del que está hecho. En nuestra investigación utilizaremos plástico HIPS (Poliestireno de Alto Impacto) con el número 6.

*Tabla 2 Equivalentes numéricos de las resinas poliméricas*

<b>Numeración</b>	<b>Tipo de plástico</b>	<b>Abreviatura</b>
1	Polietilentereftalato	PET
2	Polietileno de alta densidad	PE-AD o HDPE
3	Vinilo, Poli cloruro de vinilo	PVC
4	Polietileno de baja densidad	PE-HD o LDPE
5	Polipropileno	PP
6	Poliestireno	PS
7	Otros	Incluye a las demás resinas y los materiales multicapa

*Fuente:* [32]

## Plástico HIPS

Un polímero que se encuentra frecuentemente en los residuos de equipos eléctricos y electrónicos (RAEE) es el poliestireno de alto impacto (HIPS) [14]. Debido a que alrededor del 82,6% de los RAEE se reciclan informalmente, el reciente auge tecnológico ha resultado en un aumento significativo en la producción de estos residuos, muchos de los cuales no reciben el tratamiento adecuado para su reciclaje oportuno. [2].

Al poliestireno se le añade polibutadieno (un elastómero o caucho sintético), lo que lo hace menos quebradizo a temperatura ambiente y aumenta su resistencia al impacto. Esta modificación se conoce como HIPS. [31], [33].

## Propiedades

*Tabla 3 Propiedades del Poliestireno de Alto Impacto*

<b>Propiedades Físicas</b>	<b>Agregado HIPS</b>
Color	Negro
Valor de Abrasión (%)	1%
Valor de impacto (%)	1.8%
Densidad	1.05 gr/cm <sup>3</sup>
<b>Propiedades mecánicas</b>	
Resistencia a la tracción	26Mpa
Módulo de Young	1947Mpa
Alargamiento a la rotura	26%
Resistencia al impacto	101.9 Mpa
Vickers de Dureza	10.9
<b>Propiedades térmicas</b>	
Temp. Máxima de utilización continuo	80 °C
Temp. Reblandecimiento VICAT (10N)	160 °C
Temp. Reblandecimiento HDT B (0.45Mpa)	98 °C
<b>Propiedades químicas</b>	
Resistente a soluciones acuosas de sales, ácidos y álcalis sin agentes oxidantes fuertes.	
Resistente al agua.	

Adaptado de [13], [31] y [34]

## Ensayos a los agregados

### Ensayo de granulometría de agregado fino y grueso

La muestra se pasa a través de una serie de tamices de varios tamaños durante esta prueba se puede obtener el tamaño y distribución de partículas. La medición de granulometría debe ser precisa porque afectará el rendimiento del concreto. Con el objetivo de obtener la curva granulométrica de los agregados y compararlos con los límites granulométricos.

### Procedimiento

- La muestra primero debe secarse durante 24 horas con un peso mayor al requerido por la norma cuando se coloca en el horno a  $100 \pm 5^\circ \text{C}$  para mantener una temperatura constante.
- En segundo lugar, es necesario pesar la muestra de modo que tengamos un mínimo de 300 g para el agregado fino y un mínimo de 1000 g para el agregado grueso para poder realizar la prueba. Para el agregado grueso se utilizarán los tamices normados (3/8", N° 4, N° 8, N°16 y fondo) y para el agregado fino se utilizarán los tamices normados (3/8", N° 4, N° 8, N°16, N° 30, N° 50, N° 100 y fondo).
- En tercer lugar, la muestra se hace rotar a través de los tamices mencionados uno tras otro después de haber sido pesada.
- Cuarto, desmontamos cada tamiz y pesamos el material que quedó retenido en cada uno de los tamices.
- Quinto, es necesario repetir el procedimiento de tamizado si la diferencia de peso total es superior al 1% del peso inicial.
- En sexto lugar, se calcularán los porcentajes de retención parcial, retención acumulada y aprobación. A continuación, se trazará la curva granulométrica.

### Cálculo:

$$\% \text{ Retenido} = 100 * \frac{A}{B}$$

Donde:

A: Peso del material retenido en tamiz (gr)

B: Peso total de la muestra (gr)

$$\% \text{ Que pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

*Imagen 1: Ensayo de granulometría de agregado fino*



*Fuente: Propia*

### **Peso específico y absorción de agregado fino**

Implica conocer el peso específico y la absorción del agregado fino para utilizarlo en el diseño de mezclas posteriores.

### **Procedimiento**

- Pesamos dos muestras de agregado fino, de 500g cada una, y elegimos las partículas que atravesarán el tamiz N°4.
- Se pesa cada fiola de 500 cm<sup>3</sup> de capacidad y se registran los resultados.
- El material se introduce dentro de cada fiola, que luego se llena con agua destilada.
- Procedemos a realizar giros con el recipiente en nuestras palmas hasta eliminar todos los huecos, luego lo dejamos reposar 24 horas.
- Pasadas el tiempo establecido, procedemos a llenar hasta la marca con agua y pesamos ambas fiolas.
- La muestra se coloca en los recipientes, hasta que se sedimente el agregado y luego se retira cuidadosamente el agua con una pipeta.
- Las muestras se calentaron en un horno a una temperatura constante de  $100 \pm 5^\circ \text{C}$  durante un total de 24 horas.
- Finalmente se sacaron las muestras del horno, se dejaron enfriar y se pesaron.

**Cálculo:**

$$Pe = \frac{X}{Y - Z}$$

Donde:

Pe: Peso específico (gr/cm<sup>3</sup>)

X: Peso de la muestra seca al horno (gr)

Y: Volumen del frasco (cm<sup>3</sup>)

Z: Peso en g o volumen (cm<sup>3</sup>) del agua añadida al frasco.

$$Abs \% = \frac{100 * (A - B)}{B}$$

Donde:

Abs: Porcentaje de absorción del agregado (%)

A: Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)

B: Peso de la muestra seca al horno (gr)

*Imagen 2: Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino*



*Fuente: Propia*

**Peso específico y absorción de agregado grueso**

Este ensayo nos permite determinar la densidad media de una cantidad de partículas de agregado grueso, densidad relativa y absorción.

**Procedimiento**

- Separamos dos muestras con el método del cuarteo
- Lavamos las muestras.
- Sumergir el agregado en agua durante 24 horas.

- Retirar la muestra y secarla hasta obtener la condición de superficie saturada seca y pesamos.
- Colocar la muestra en un recipiente y determinar su masa aparente en agua.
- Secar la muestra en el horno a 110 °c por 24 horas
- Dejamos enfriar las muestras y pesamos.

### **Ensayo de humedad del agregado fino y grueso**

El objetivo de esta prueba es calcular el porcentaje de humedad evaporable entre las partículas de los agregados individuales para su uso en el proceso de diseño de la mezcla. Además, implica secar el agregado grueso y fino para determinar su contenido relativo de humedad.

#### **Procedimiento:**

- Se pesaron dos muestras que representen al agregado grueso (1000 g) y agregado fino (500 g).
- Lo colocamos al horno durante 24 horas a  $100 \pm 5^\circ \text{C}$  para mantener una temperatura constante.
- Sacamos la muestra del horno y la dejamos enfriar completamente antes de manipularla para evitar daños a la balanza.
- Después de pesar la muestra, se podía calcular el porcentaje de humedad.

*Imagen 3 Colocación de muestras de agregados al horno*



*Fuente: Propia*

**Calculo:**

$$A = 100 * \frac{B - C}{C}$$

Donde:

A: Contenido de humedad (%)

B: Peso de muestra húmeda (gr)

C: Peso de la muestra seca (gr)

**Peso unitario del agregado fino y grueso**

Conocido también como peso volumétrico y se refiere al peso de material seco necesario para llenar un recipiente específico con una unidad de volumen determinada después de que las cantidades se hayan convertido de unidad de peso a unidad de volumen. Su principal objetivo es encontrar los pesos volumétricos de los agregados.

**Peso Unitario Suelto****Procedimiento**

- Primero es necesario conocer el peso del molde (diámetro de 6" y una altura de 12"); tener este conocimiento es de gran utilidad a la hora de realizar los cálculos.
- Se llena el recipiente con una cuchara hasta que rebosa, y se descarga el agregado de manera que no se eleve más de 5 cm por encima del borde, evitando la separación de las partículas.
- Usamos una regla para cortar el material sobrante, y el cepillo para limpiar en profundidad el material que queda en la base del molde.
- Se calcula el peso neto del agregado.
- Para obtener un promedio, repetimos este proceso varias veces.

**Peso unitario compactado****Procedimiento:**

- Antes de empezar, era necesario conocer el peso del molde (diámetro de 6" y una altura de 12").
- Llenamos el envase hasta el tercio de su capacidad.
- Con la barra compactadora de acero lisa con punta semiesférica, apisonamos la muestra con 25 golpes uniformemente espaciados hacia afuera y 15 golpes con el martillo de goma en el contorno del envase.

- Llenando el recipiente hasta unos dos tercios de su capacidad, lo compactamos una vez más.
- Se rellena el tercio faltante, se golpea 25 veces con la barra de compactación y luego se nivela con la regla metálica.
- Usamos el cepillo para limpiar y luego calculamos el peso neto de los agregados.
- Repetimos este proceso más veces para luego sacar un promedio.

### Cálculo:

$$Pu = \frac{M - N}{O}$$

Donde:

Pu: Peso unitario o densidad (kg/m<sup>3</sup>)

M: Masa del recipiente más material (Kg)

N: Masa del recipiente (Kg)

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

*Imagen 4 Ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado grueso*



*Fuente: Propia*

### Diseño de mezclas

Según Rivva López [35] el diseño de mezclas es el proceso de seleccionar los componentes más adecuados y combinarlos de la manera más eficiente y económica posible para producir un producto que sea trabajable tanto en su estado endurecido como sin endurecer.

## Normativa

En esta situación se seguirá el Comité 211 [26] del procedimiento recomendado por la ACI para concreto de peso normal guiándonos del libro de Rivva. [35].

## Procedimiento

En primer lugar, el cemento debe tener las siguientes propiedades: finura y peso específico del cemento; tamaño nominal máximo; peso unitario suelto seco; peso unitario compacto seco; contenido de humedad; contenido de absorción; y módulo de finura de los áridos, tanto finos como gruesos.

En segundo lugar, se debe determinar  $f'c$  requerido necesaria ( $f'cr$ ) utilizando la  $f'c$  esperada como punto de partida. Como tercer punto, la tabla 11.2 se puede utilizar para calcular el porcentaje de aire atrapado utilizando el TMN del árido grueso.

Cuarto, similar al paso anterior, la tabla 9.2 se puede utilizar para indicar el slump aproximado del concreto. Utilizando propiedades de los agregados obtenidas anteriormente, como el TMN y el porcentaje de aire incorporado, se puede obtener el agua en litros por  $m^3$ , que se precisa en la tabla 10.2.

Luego se debe calcular la relación a/c en función de la resistencia promedio necesaria. La cantidad de cemento por  $m^3$  se puede calcular fácilmente utilizando la relación a/c y la cantidad de agua, lo que nos lleva al séptimo punto.

Además, es necesario calcular el peso del contenido de árido grueso, usamos el coeficiente  $b/b_0$ , que se puede encontrar en la Tabla 16.2 junto con el módulo de finura del tamaño nominal máximo del agregado grueso y el peso máximo de los áridos de los áridos.

Luego de establecido el peso del agregado grueso, se calculan los pesos de cada componente conocido (árido grueso, cemento, agua y aire) por  $m^3$  de concreto de la forma siguiente: El peso se dividirá entre el peso específico a producir. las cantidades en  $m^3$ .

Luego, sólo se debe restar la suma de los volúmenes y uno para determinar cuánto agregado fino se necesita; el resultado es el valor del volumen del agregado fino. Se deben corregir o ajustar los áridos por humedad, debido a que los áridos en obra no estarán secos, para lo cual se debe multiplicar el peso seco de los agregados por su porcentaje de humedad sumado por 1.

Seguidamente, para el agua efectiva en cada contenido de humedad del agregado, se restará el porcentaje de absorción y este valor se multiplicará por el peso seco de los agregados y se sumará a la cantidad total de agua determinada anteriormente. Finalmente, la dosificación en peso se decidirá después de ajustar la humedad de todas las partes que componen el hormigón.

## ENSAYOS DE BLOQUES DE CONCRETO

### VARACIÓN DIMENSIONAL

Para calcular el porcentaje de variación en las dimensiones en los bloques de concreto, la normativa E.070. nos indica que para las dimensiones de nuestro bloque de 12cm x 39cm x 19cm (ancho, largo y altura), tenemos una variación dimensional máxima de 3%, 2% y 2% respectivamente. Para llevar a cabo el ensayo se realizará el procedimiento indicado en la NTP 399.613.

#### Procedimiento:

- Medir todas las dimensiones (ancho, largo y alto) con la ayuda de una regla graduada que tenga divisiones como máximo 1.0 mm o vernier.

*Imagen 5: Variación dimensional haciendo uso del vernier*



*Fuente: Propia*

#### Resultados

Para cada una de las dimensiones del bloque de concreto se encontró el promedio de las medidas.

$$M \% = \left[ \frac{M1 - M2}{M1} \right] * 100$$

Donde:

M % = Variación de dimensiones en porcentaje.

M1 = Medida estándar del molde (mm).

M2 = El promedio de las medidas (mm).

## ALABEO

Una mayor deformación (concavidad o convexidad) de la unidad de mampostería da como resultado una junta más gruesa, puede reducir la adhesión del mortero al crear huecos en las áreas más deformadas. En la tabla N°1, el alabeo máximo permitido es de 4mm, con base en la normativa E 070 del RNE.

Para determinar si los bloques se encuentran alabeados, se utilizará el método indicado en la Norma NTP 399.613. La prueba se administrará utilizando 10 unidades.

### Procedimiento del ensayo

- Sólo se eliminará con un cepillo el polvo que se haya adherido a las superficies antes de ensayar las probetas.
- Para medir la superficie del bloque, se coloca una regla metálica en sentido longitudinal o diagonal, dependiendo de dónde haya la mayor desviación de una línea recta.
- La concavidad o convexidad se midió con una precisión de 1 mm utilizando un vernier digital para tener más precisión en el resultado.

*Imagen 1: Ensayo de alabeo con vernier digital*



*Fuente: Propia*

### Resultado

Se reportan todas las medidas de distorsión de cada espécimen ensayado con aproximación a 1mm.

## ABSORCIÓN

Esta prueba la **NTP 399.604** manifiesta su finalidad de conocer sobre la **capacidad absorbente** en las muestras al ser practicadas cuando llegan a ser saturadas, en donde se conseguirá relacionar la capacidad de absorber el agua en muestras durante 24 horas de inmersión bajo el agua.

Los bloques de hormigón de clase P (para muros de carga) están limitados a una absorción de no más del 12%, y los bloques de hormigón de clase NP están limitados a una absorción de no más del 15%.

### Procedimiento del ensayo

- El agua estará entre 15 °C y 30 °C cuando el bloque de concreto esté sumergido durante 24 horas.
- El bloque de hormigón se saca del agua al finalizar el tiempo, se seca con un paño y se pesa en una balanza.
- Luego se utiliza la estufa de secado para colocar cada bloque durante 24 horas a 110 °C.
- El último paso es sacar cada bloque del horno y pesarlos enseguida.

*Imagen 7: Colocación de bloques de concreto al horno*



*Fuente: Propia*

*Imagen 8: Bloques de concreto saturados para ensayo de absorción*



*Fuente: Propia*

### **Resultado**

Se reemplazan los datos en la siguiente fórmula

$$V (\%) = \left[ \frac{P1 - P2}{P2} \right] * 100$$

Donde:

P1= Peso saturado del bloque (Kg)

P2= Peso seco al horno del bloque (Kg)

### **SUCCIÓN**

Esta prueba fue creada siguiendo el proceso señalado en la NTP 399.613, donde se le denomina “Período de absorción inicial”. Dado que los bloques deben estar completamente secos en horno para continuar con la prueba, pese los bloques secos en horno y registre el valor, la prueba comienza inmediatamente después de finalizar las pruebas de absorción.

### **Procedimiento del ensayo**

- Colocar los especímenes al horno a  $100 \pm 5^\circ \text{C}$  para mantener una temperatura constante por un tiempo de 24 horas.
- Registrar el peso seco al horno.

- Para determinar el área neta que quedará en contacto con agua, se mide largo y ancho,
- Se utiliza un bloque de prueba para verificar los 3mm que debe sobresalir el nivel del agua respecto a la base del bloque.
- Se coloca el espécimen a ser ensayado y se comienza a cronometrar el tiempo desde que el bloque hace contacto con el agua.
- Después de un minuto de mantener el nivel del agua, se retira el bloque, se seca la humedad superficial y luego se pesa.

*Imagen 9 Ensayo de succión en bloques de concreto*



*Fuente: Propia*

## **Resultado**

Se reemplazan los pesos en la siguiente fórmula

$$J = \left[ \frac{200 * (A2 - A1)}{B} \right]$$

Donde:

J = succión (gr/200cm<sup>2</sup> – min)

A2 = Peso luego de mantener en inmersión de 3mm (g)

A1 = peso seco (g)

B = Área de contacto con el agua (cm<sup>2</sup>)

## RESISTENCIA DE COMPRESION DE LOS BLOQUES DE CONCRETO

La Norma Técnica Peruana 3990.604, tiene como finalidad tener los procedimientos, para su fabricación, ensayos y también los cálculos para que pueda ser utilizada en determinar la resistencia en compresión y así verificar que los materiales utilizados puedan garantizar que son de buena calidad. Por eso los valores que se tienen deben considerarse como estándar [10].

### Procedimiento del ensayo:

- Se ensayarán 3 bloques como mínimo, para cada tipo de bloques de la investigación.
- Los bloques deben secarse al aire antes de ser fijados en ambas caras de soporte, ya sea con azufre o una mezcla de yeso y cemento, y ensayados en una máquina de compresión.
- Para aplicar la carga, los bloques se posicionarán en medio de las placas de soporte.
- Se deben tomar las medidas de ancho y largo de los bloques ensayados porque el resultado final se expresa en  $\text{Kg}/\text{cm}^2$ .

*Imagen 10 Refrendado de bloques de concreto con yeso-cemento*



*Imagen 11 Ensayo de resistencia a la compresión de bloques de concreto*



**Resultados:**

Con la siguiente fórmula se calcula la resistencia a la compresión del bloque de concreto.

$$f' b = \frac{C}{A}$$

**Donde:**

$f' b$  = Resistencia a la compresión del bloque ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$C$  = Carga máxima de rotura (Kg)

$A$  = Área bruta del bloque ( $\text{cm}^2$ )

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN PRISMAS**

La norma técnica NTP 399.605, ayuda para estimar las particularidades de la resistencia  $f'm$  en el aspecto de la construcción sobre todo en la albañilería, ya que, a través de las pruebas que serán realizadas se van a obtener diferentes muestreos. Además, que los cálculos que serán para obtener la resistencia en la compresión  $f'm$  porque al utilizarla será para hallar la resistencia especificada para la albañilería  $f'm$ , por lo tanto, va a determinar e interpretar estos resultados en la resistencia a la compresión. [18]

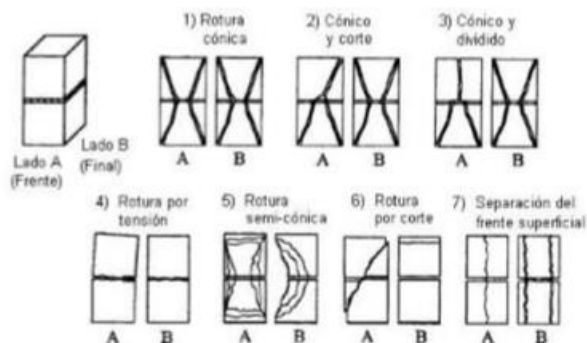
*Imagen 12: Construcción de prismas de albañilería*



*Fuente:* [18]

Aquí se puede mostrar los diferentes tipos de falla, es decir la grieta y despostillamiento.

*Imagen 13 Esquema de modos de falla*



*Fuente:* [18]

### Herramientas y Equipos para utilizar

- Para la máquina de ensayos se utilizará la prensa Hidráulica.
- Regla que se encuentre graduada al milímetro.
- Cucharón metálico y también badilejo.
- Platos y bloques de soporte de acero.

### Procedimiento

- Los bloques utilizados deben tener ambas caras de apoyo niveladas y aserradas si es necesario. Se crearon dos prismas de bloque, se asentaron con un mortero de 1.5 cm de espesor y se comprobó su verticalidad.
- Después de su elaboración de prismas, estos se sellaron en una bolsa durante hasta 48 horas antes de comprobar si se rompieron por compresión.
- Se toman medidas de longitud, ancho y altura.
- Debe determinar el área transversal neta.
- Antes del ensayo se aplica un refrendado.
- El prisma se coloca en el dispositivo de prueba entre las bases del soporte.
- Se aplica la carga y se toma el valor, el ensayo culminara en 1 o 2 minutos como máximo.

*Imagen 14: Refrendado de unidades con yeso-cemento para ensayo de prismas*



*Fuente: Propia*

*Imagen 15: Ensayo de resistencia en prismas de albañilería*



*Fuente: Propia*

### **Resultados**

La fórmula se utiliza para el cálculo de la resistencia en prismas ( $f'm$ ).

$$f'm = \frac{P_{max}}{A}$$

### **Donde**

$f'm$ : Resistencia a compresión en prismas ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$P_{m\acute{a}x}$ : Fuerza máximo que resiste la pila (kg)

A: Área neta ( $\text{cm}^2$ )

### **Corrección por esbeltez**

El valor de  $f'm$  debe ajustarse por esbeltez de acuerdo con la norma NTP 399.605. [18]

*Tabla 4: Factores de corrección altura/espesor*

$h_p/t_p^A$	1,3	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Factor de corrección	0,75	0,86	1,0	1,04	1,07	1,15	1,22

<sup>A</sup>  $h_p/t_p$  Relación de la altura del prisma y las medidas menores laterales del prisma

*Fuente [18]*

## ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL

En esta Norma Peruana NTP 399.621, se da conocer el método para poder resolver la resistencia a la compresión diagonal en muretes se llevará a cabo de manera diagonal y va a originar una falla. [19]. Las dimensiones mínimas del murete a ensayar es 600 mm x 600mm.

### Equipo:

**Máquina de ensayo:** Debe tener una capacidad de carga suficientemente alta, además, que tiene que cumplir con los requisitos de las secciones y de los cálculos.

**Escuadras de carga:** Se utilizan escuadras de acero.

*Imagen 16: Elaboración de muretes, verificación de niveles*



*Fuente: Propia*

*Imagen 17: Muretes rellenos con grout grueso*



*Fuente: Propia*

*Imagen 18: Ensayo de resistencia a compresión en muretes*



*Fuente: Propia*

### **Cálculo:**

**Esfuerzo cortante:** Basado en el área diagonal bruta, es el esfuerzo cortante de las paredes.

$$V'm = \frac{0.707 M}{Ad}$$

Donde:

$V_m$  = esfuerzo cortante sobre el área bruta, en Mpa.

$M$  = carga aplicada en N.

$Ad$  = Área bruta en  $\text{mm}^2$

$$Ad = \frac{B + C}{2} * D$$

Donde:

$B$  = largo del murete (mm).

$C$  = Altura del murete (mm)

$D$  = espesor total del murete (mm).

### **Resistencias características de la albañilería**

Para bloques de concreto patrón con  $f'_b$  de  $50 \text{ kg/cm}^2$ , se debe obtener una resistencia en prismas de  $f'_m$  de  $74 \text{ kg/cm}^2$  y resistencia  $v'_m$  de  $8.6 \text{ kg/cm}^2$ , para la fabricación de muretes y prismas se tienen que rellenar los alveolos con grout.

Tabla 5: Resistencias características de la albañilería

TABLA 9 (**) RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa ( kg / cm <sup>2</sup> )				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD $f_b$	PILAS $f_m$	MURETES $v_m$
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Fuente: [15]

### Mortero

Especificada como P para uso en muros de carga y NP para muros no portantes, la tabla 6 indica las proporciones que se pueden utilizar [15]. Para la investigación usamos un mortero en proporción **1: ½: 4**.

Tabla 6: Tipos de mortero

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

Fuente: [15]

### Grout

La Norma E-070 [15] nos indica que el grout se aplica a las cavidades de la unidad de albañilería para rellenarlas. El grout grueso se utiliza cuando los alveolos sean mayores a 60mm, nuestro bloque tiene alveolos de 7mm. En nuestra investigación utilizamos una proporción de **1: 3: 2**.

Tabla 7: Composición volumétrica del grout

TABLA 6 COMPOSICIÓN VOLUMÉTRICA DEL CONCRETO LÍQUIDO o GROUT				
CONCRETO LÍQUIDO	CEMENTO	CAL	ARENA	CONFITILLO
FINO	1	0 a 1/10	2 1/4 a 3 veces la suma de los volúmenes de los aglomerantes	—
GRUESO	1	0 a 1/10	2 1/4 a 3 veces la suma de los aglomerantes	1 a 2 veces la suma de los aglomerantes

Fuente: [15]

## **Materiales y métodos**

### **Tipo de investigación**

La investigación presentada es de tipo experimental, debido que estamos evaluando bloques de concreto para muros portantes del tipo patrón y bloques de concreto incorporando plástico de residuos electrónicos como reemplazo de agregado grueso, en este caso se manipulo la variable independiente para poder alcanzar los objetivos que nos propusimos al inicio de la investigación.

Consiste en llevar a cabo la investigación para poder demostrar la hipótesis: La incorporación de plásticos de residuos electrónicos logra conservar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto para muros portantes; de esta manera buscamos evaluar las propiedades del bloque de concreto; para lograr esto, en un inicio se recolecto el material de residuos electrónicos y se procedió a triturar, verificando que cumpla con la granulometría del material a reemplazar.

Para elaborar los bloques de concreto se definió en primer lugar los porcentajes de plástico de residuos electrónicos a reemplazar, estos serán 5%, 10% y 15%, realizando un reemplazo parcial del agregado grueso (confitillo). Después de pasar 28 días de haber elaborado los bloques de concreto se proceden a evaluación las propiedades físicas (variación dimensional, alabeo, absorción y succión) y propiedades mecánicas de bloques individuales y elaborando prismas y muretes tal como lo especifica la norma E.070.

### **Variables**

#### **Variable Independiente:**

Plástico de residuos electrónicos (HIPS)

#### **Variable dependiente:**

Propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto

## Población y muestra

### Población

La población está compuesta por bloques de concreto para muros Portante.

### Rango de aplicación

El rango de aplicación de 5% representa el mínimo porcentaje considerado en la investigación [13] , el 10% es un valor recomendado en la investigación [14]. El 15% se consideró como un promedio de las investigaciones [2] y [9], donde se obtuvieron mejores resultados con 10% y 20% respectivamente. Los porcentajes de reemplazo de plástico electrónico a ser usado en la investigación también se pueden obtener a través de un diseño de muestra.

### Muestra

La muestra lo componen 228 bloques de concreto. Para evaluar las propiedades físicas, tenemos el ensayo de absorción la NTP 399.602 nos indica el resultado es un promedio de resultados de 3 unidades, por lo cual el subtotal de bloques es de 12 bloques; para el ensayo de succión consideramos 5 bloques para cada tipo, teniendo un subtotal de 20 bloques. Para el alabeo de bloques, la NTP 399.613 nos indica 10 unidades por cada tipo de bloque al igual que para la variación dimensional la NTP 399.613 nos indica que debemos ensayar 10 unidades, podemos usar los mismos bloques tanto para alabeo como variación dimensional, de esta forma nos da un total de 72 bloques para evaluar las propiedades físicas.

*Tabla 8: Muestras para evaluar las propiedades físicas de los bloques*

<b>Bloques para propiedades físicas</b>				
<b>% plásticos de residuos electrónicos</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>
Alabeo	10	10	10	10
Variación unidimensional	-	-	-	-
Absorción	3	3	3	3
Succión	5	5	5	5
<b>Subtotal</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<b>Total</b>	<b>72</b>			

*Fuente: Propia*

Para la resistencia a compresión la NTP 399.604, nos indica que debemos ensayar 3 bloques por cada tipo; además consideramos tomar la medición de la resistencia a los 7 días, 14 días y 28 días, teniendo un total de 36 bloques de concreto a elaborar.

*Tabla 9: Muestras para evaluar la resistencia a compresión de bloques*

<b>Resistencia a la compresión</b>				
<b>% plasticos de residuos electronicos</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>
7días	3	3	3	3
14días	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3
<b>Subtotal</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>Total</b>	<b>36</b>			

*Fuente: Propia*

Para la resistencia a compresión en prismas la NTP 399.605, nos indica que debemos elaborar prismas con una altura considerando dos unidades como mínimo, además nos indica que se deben elaborar 3 prismas por cada tipo de bloque; por lo cual elaboramos un total de 12 prismas con 24 bloques.

*Tabla 10: Muestras para evaluar la resistencia a compresión en prismas*

<b>Resistencia a compresión en prismas</b>				
<b>% plasticos de residuos electronicos</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>
Bloques	6	6	6	6
Pilas	3	3	3	3
<b>Total bloques</b>	<b>24</b>			
<b>Total pilas</b>	<b>12</b>			

*Fuente: Propia*

Para la resistencia v'm la NTP 399.621, nos indica que debemos elaborar muretes con medidas mínimas de 80cm x 80cm, y por cada hilada dos bloques de concreto completos, por lo cual consideramos 8 bloques de concreto para elaborar un murete. La norma además nos indica que debemos ensayar por lo menos 3 muretes iguales para cada tipo de bloque; de esta manera elaboramos un total de 12 muretes con un total de 96 bloques.

*Tabla 11: Muestras para evaluar la resistencia a compresión en muretes*

<b>Resistencia a compresión en muretes</b>				
<b>% plásticos de residuos electrónicos</b>	0%	5%	10%	15%
Bloques	24	24	24	24
Muretes	3	3	3	3
<b>Total bloques</b>	<b>96</b>			
<b>Total muretes</b>	<b>12</b>			

*Fuente: Propia*

### **Criterios de selección**

Se recopiló plástico de residuos electrónicos de teclados e impresoras, los cuales fueron reciclado y donados por los locales que brindan servicio técnico en el centro del distrito de Chiclayo, se tuvo que realizar la identificación del plástico, en este caso es el PS-HI o HIPS (Poliestireno de Alto Impacto), cada pieza utilizada en la investigación contaba con este identificador.

*Imagen 19: Identificador de plástico HIPS*



*Fuente: Propia*

*Imagen 20: Residuos de impresoras y teclados recolectados*



*Fuente: Propia*

Posteriormente de identificar el plástico utilizado y reunir la cantidad necesaria para la investigación se envió a Lima para que se el triture en la empresa “TS Plastic Perú SAC”, en el proceso se obtuvo el plástico triturado con tamaños menores a 11 mm, el cual es un tamaño óptimo para ser usado como reemplazo del confitillo. El cemento que usamos fue Cemento Tipo I de Pacasmayo por la disponibilidad donde se elaboraron los bloques.

Se utilizaron los agregados de las canteras La Victoria y Tres Tomas, provenientes del departamento de Lambayeque.

El molde utilizado tiene medidas de bloque comercial con medidas son de 12cm x 39cm x 19 cm (ancho, largo y altura) y con espesor de pared de tabique de 2.5cm, cumpliendo con medidas estándar para bloques de concreto de la normativa NTP 399.602.

## Operacionalización de Variables

Tabla 12: Operacionalización de variables

Variable independiente	Indicador	Unidad de medida	Rango de aplicación	Método de medición
Plásticos de residuos electrónicos (HIPS)	Cantidad de plásticos de residuos electrónicos (HIPS)	% en volumen	5%, 10% y 15%	-
	Granulometría	%	< 11 mm	NTP 400.012
	Peso específico y absorción	g/cm <sup>3</sup> - %	-	NTP 400.021
	Humedad	%	-	NTP 339.185
	Peso Unitario Suelo y Compactado	kg/m <sup>3</sup>	-	NTP 400.017

Variable dependiente	Dimensión	Indicador	Unidad de medida	Método de medición
Propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes	Propiedades físicas	Variación dimensional	%	NTP.399.613
		Alabeo	mm	NTP 399.613
		Succión	gr/200cm <sup>2</sup> -min	NTP 399.613
	Propiedades mecánicas	Absorción	%	NTP 399.604
		Resistencia a la compresión	kg/cm <sup>2</sup>	NTP 399.604
		Resistencia a la compresión en prismas	kg/cm <sup>2</sup>	NTP 399.605
		Resistencia a la compresión diagonal	kg/cm <sup>2</sup>	NTP 399.621

Variable Interviniente	Unidad de medida	Valor	Método de medición
Cemento	-	Tipo I	NTP 334.009
f <sub>b</sub>	kg/cm <sup>2</sup>	50	-
Granulometría de agregado fino y grueso	%	-	NTP 400.012
Peso unitario agregado fino y grueso	kg/m <sup>3</sup>	-	NTP 400.017
Peso específico y absorción agregado fino y grueso	g/cm <sup>3</sup> - %	-	NTP 400.021
Contenido de humedad agregado fino y grueso	%	-	NTP 339.185

Fuente: Propia

## **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnicas**

La técnica principal utilizada para el desarrollo de la investigación es el método científico, que implica observar el problema, formular la hipótesis de investigación, realizar experimentos y/o pruebas para finalmente probar o refutar la hipótesis, obteniendo resultados.

El análisis granulométrico, la prueba de peso específico y absorción de agregado fino, así como el método de prueba estándar para el contenido de humedad y el peso unitario, fueron pruebas para determinar las características de los agregados (agregado fino, agregado grueso y desechos plásticos electrónicos).

De manera similar a cómo se utilizaron pruebas de variación dimensional, succión, alabeo y absorción para evaluar las propiedades físicas de bloques, también se utilizaron pruebas de resistencia a la compresión de unidades  $f^b$ , resistencia  $f^m$  y resistencia  $v^m$ , para evaluar las propiedades mecánicas de los bloques.

### **Programas**

Las normas que se usaron fueron:

- Norma E 070
- Normas Técnicas Peruanas (NTP).

Los programas usados son:

- Microsoft Office: Word, Excel y Power Point.

### **Diagrama de flujo de procesos**

El diagrama de flujo describe cada paso dado para obtener los resultados de la investigación y confirmar la validez de la hipótesis planteada.

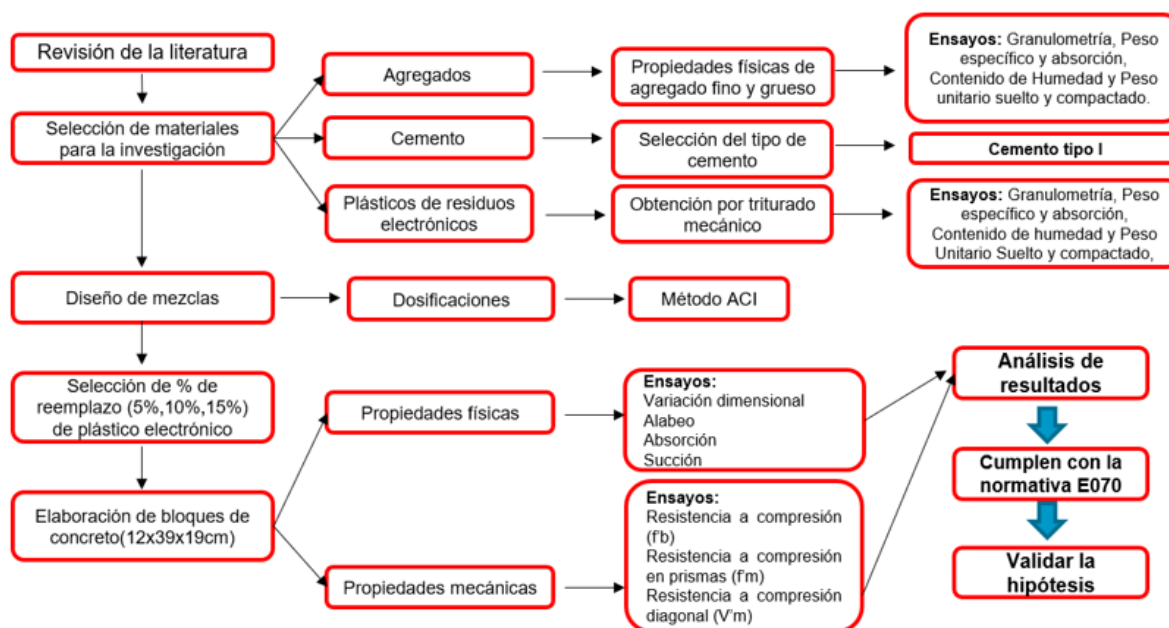


Gráfico 1: Diagrama de flujo de procesos

## Procedimientos

### Adquisición de materiales

Para comenzar nuestra investigación al trabajar con concreto, necesitamos conocer las características de los materiales, por lo que buscamos un proveedor cuyo material pudiera cumplir con las especificaciones mínimas para ser utilizado en concreto (agregado fino, agregado grueso y cemento).

### Recolección de plásticos de residuos electrónicos

La investigación se enfoca en la creación de bloques de concreto utilizando plástico HIPS reciclado de teclados e impresoras. Por lo tanto, se obtuvieron estos desechos mediante donaciones y reciclaje propio en los establecimientos que ofrecen servicios técnicos en el centro de Chiclayo.

### Obtención del molde para elaborar los bloques

El molde con el que realizaremos la investigación es un molde de acero de 12cm x 39cm x 19cm, cuenta con dos alveolos y el espesor es de 2.5cm. Las medidas y espesores cumplen con la normativa peruana NTP

## **Ensayos de materiales**

Se realizaron pruebas a los materiales para determinar sus características y permitir el diseño de la mezcla, además de garantizar que los materiales cumplieran con los requisitos mínimos de las normas técnicas peruanas antes mencionadas.

Se realizaron los siguientes ensayos:

- Análisis de granulometría.
- Ensayo de Humedad
- Ensayo de peso específico y absorción.
- Peso Unitario

## **Diseño de mezclas**

Con base en los resultados de los ensayos de agregados, se utilizó el método descrito por Enrique Riva López para diseñar la mezcla de acuerdo con ACI 211 para una resistencia de bloques de concreto para muros de carga especificada en la norma E. 070 del Reglamento. [35]

## **Elaboración de los bloques de concreto**

Después de completar el diseño de mezcla y verificar el slump 0'', se crean muestras de patrones y, una vez verificada la resistencia se inicia la fabricación de bloques de concreto con los reemplazos adecuados. Se utilizó una mesa vibradora de 3 HP de 1.50m x 0.80m con 3450 RPM para crear bloques de concreto, el uso de la mesa vibradora se da en tiempos de 15 a 20 segundos. Los pasos implicaron mezclar los agregados, encender la mesa vibratoria, colocar el molde y luego agregar la mezcla mientras se vibra hasta que el molde se llenó por completo y se pueda ver una capa de agua en la superficie, una vez hecho esto, se enrasa con una tabla de madera el material excedente, luego se lleva el molde al lugar donde se almacenaran, y se retira el molde; hasta 24 horas antes del día de los ensayos se tiene que realizar el curar, el curado fue de manera manual, se hizo tres veces durante día.

*Imagen 21: Elaboración de bloques. a) uso de mesa vibradora b) verificación de slump 0''*



*Imagen 22 Plástico de residuos electrónico HIPS en campo*



*Imagen 23 Bloques de concreto elaborados con diferentes porcentajes*



## Matriz de consistencia

Tabla 13: Matriz de consistencia

Titulo	Objetivos	Pregunta de investigación	Hipótesis	Variables	Indicadores	Materiales y métodos	Población y muestra
Análisis de propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos	<b>Objetivo general:</b>	¿En qué medida la incorporación de plástico de residuos electrónicos influye en las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes?	La incorporación de plásticos de residuos electrónicos logra conservar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto para muros portantes.	<b>Variable independiente</b>	<b>Variable independiente</b>	<b>Tipo de investigación</b>	<b>Población</b>
	Analizar las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos en diferentes porcentajes			Plásticos de residuos electrónicos	5%,10% y 15% de reemplazo de plásticos de residuos electrónicos por agregado grueso.		
	<b>Objetivos específicos</b>			<b>Variable dependiente</b>	<b>Variable dependiente</b>	<b>Muestra</b>	
	Identificar las principales propiedades físicas del plástico de residuos electrónicos para la elaboración de bloques de concreto.						
	Diseñar la mezcla patrón para elaborar los bloques de concreto						
	Determinar las propiedades físicas de bloques de concreto con diferentes porcentajes de reemplazo de plásticos de residuos electrónicos						
	Determinar las propiedades mecánicas de bloques de concreto con diferentes porcentajes de reemplazo de plásticos de residuos electrónicos						
	Analizar que las propiedades físicas y mecánicas con diferentes porcentajes de plástico de residuos electrónico cumplan con la normativa vigente para muros portantes E.070.						
Analizar el costo unitario de la elaboración de bloques de concreto con porcentajes reemplazo de plásticos de residuos electrónicos y bloques de concreto convencional							

Fuente: Propia

## Resultados

### Propiedades físicas del plástico de residuos electrónicos

#### Análisis granulométrico plástico de residuos electrónicos triturado (HIPS)

Para verificar que podamos realizar el reemplazo del plástico triturado (HIPS) por el agregado grueso, confitillo, se realizó un análisis granulométrico del plástico triturado, para ello se usó una muestra de 1000g.

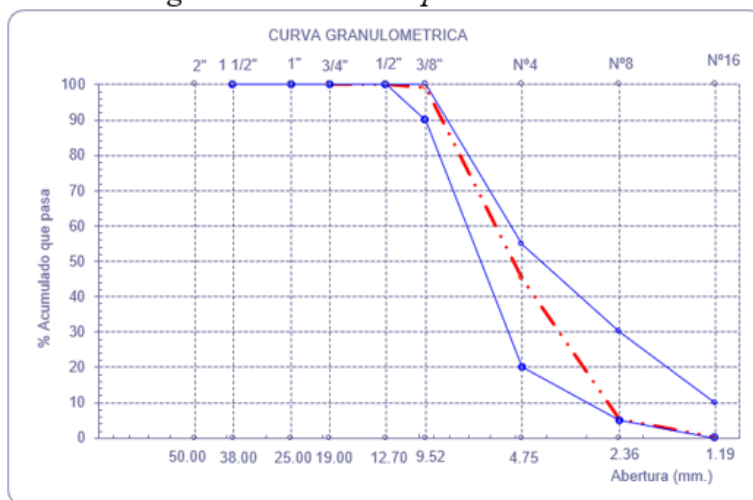
Tabla 14: Análisis granulométrico del plástico de residuos electrónicos

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.52	9.3	0.9	0.9	99.1	90.0	100.0
Nº 04	4.75	538.100	53.8	54.7	45.3	20.0	55.0
Nº 08	2.36	398.9	39.9	94.6	5.4	5.0	30.0
Nº 16	1.19	52.7	5.3	99.9	0.1	0.0	10.0
Nº 30	0.60	0.9	0.1	100.0	0.0	0.0	5.0
Nº 50	0.30	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	5.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0		
Tamaño Máximo			1/2"	12.70			
Tamaño Máximo Nominal			3/8"	9.52			

Fuente: Propia

Se estableció que el plástico de residuos electrónicos tiene una adecuada granulometría para ser utilizado como sustituto del áridos gruesos, basándose en el tamaño de las partículas que van desde 1mm a 11mm.

Gráfico 2: Curva granulométrica del plástico de residuos electrónicos



Fuente: Propia

### Peso Unitario Suelto y Compactado del plástico de residuos electrónicos HIPS

La tabla 15 nos muestra los resultados del ensayo de peso unitario en plásticos de residuos electrónicos, con valores de peso unitario suelto y compactado de 534.56 kg/m<sup>3</sup> y 584.36 kg/m<sup>3</sup> respectivamente.

Tabla 15: *Peso Unitario Suelto y Compactado del plástico de residuos electrónicos*

<b>A.- PESO UNITARIO SUELTO</b>				
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>12972</b>	<b>12980</b>	<b>12970</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10140.0	10140.0	10140.0
3.- Peso del material		2832	2840	2830
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	534.57		
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>534.56</b>		
<b>B.- PESO UNITARIO COMPACTADO</b>				
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>13236</b>	<b>13242</b>	<b>13236</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10140.0	10140.0	10140.0
3.- Peso del material		3096.0	3102.0	3096.0
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	584.37		
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>584.36</b>		

### Peso específico y absorción del plástico de residuos electrónicos

La tabla 16 nos muestra los resultados del ensayo de peso específico y absorción en plásticos de residuos electrónicos, con valores de 1.05 g/cm<sup>3</sup> y 0% respectivamente.

Tabla 16: *Peso específico y absorción del plástico de residuos electrónicos*

<b>I. - PESO ESPECÍFICO DEL PLÁSTICO ELECTRÓNICO TRITURADO</b>			
1.- Peso de la muestra Sat Sup Seca	(g)	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	<b>679.9</b>	<b>679.9</b>
3.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	274.8	274.8
4.- Peso del Agua	(g)	405.1	405.1
5.- Peso del Frasco	(g)	<b>174.84</b>	<b>174.84</b>
6.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	274.84	274.84
7.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
8.- Volumen del frasco	(g)	500	500
<b>II. - RESULTADOS DE PESO ESPECÍFICO DEL PLÁSTICO ELECTRÓNICO TRITURADO</b>			
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.05</b>	
B.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.00</b>	

### Contenido de humedad del plástico de residuos electrónicos

La tabla 16 nos muestra los resultados del ensayo de contenido de humedad en plásticos de residuos electrónicos, con un valor de 0%.

Tabla 17: *Humedad del plástico HIPS*

<b>I. - Datos</b>			
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>1000</b>	<b>1000</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>999.98</b>	<b>999.97</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.00	0.00
D.- Contenido de humedad	(%)	0.00	0.00
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.00</b>	

## Elaboración del diseño de mezclas para bloques de concreto

Es necesario crear un proyecto en el cual elaboramos bloques de concreto utilizando las propiedades de los materiales que intervienen en la mezcla de concreto, para lo cual se realizan las pruebas adecuadas de agregados finos y gruesos.

### Ensayos de los agregados pétreos

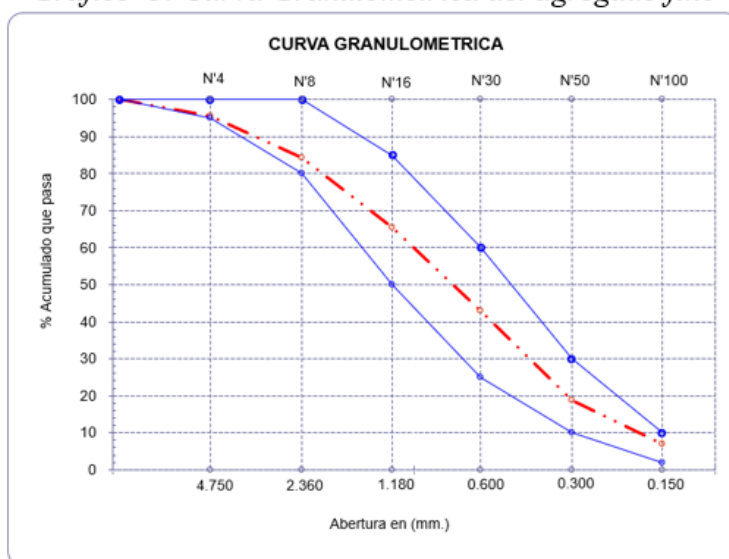
#### Análisis granulométrico del agregado fino

El material utilizado como agregado fino es proveniente de la Cantera La Victoria, Se visualiza que el módulo de fineza es de 2.86, lo que nos puede indicar que se trata de un material levemente grueso; además cumple con los requisitos granulométricos porque el porcentaje acumulado que pasa está dentro de los límites establecidos, que es otro punto crucial.

Tabla 18: Análisis granulométrico del agregado fino

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
3/8"	9.500	0.00 g	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	22.60 g	4.5	4.5	95.5	95	100
Nº 08	2.360	55.40 g	11.1	15.6	84.4	80	100
Nº 16	1.180	95.21 g	19.0	34.6	65.4	50	85
Nº 30	0.600	112.25 g	22.5	57.1	42.9	25	60
Nº 50	0.300	120.36 g	24.1	81.2	18.8	10	30
Nº 100	0.150	59.22 g	11.8	93.0	7.0	2	10
Nº 200	0.075	25.12 g	5.0	98.0	2.0	2	10
Fondo		9.84 g	2.0	100.0	0.0		
<b>Módulo de Fineza</b>				<b>2.860</b>			
Abertura de malla de referencia				Nº 04			

Gráfico 3: Curva Granulométrica del agregado fino



### Análisis granulométrico del agregado grueso

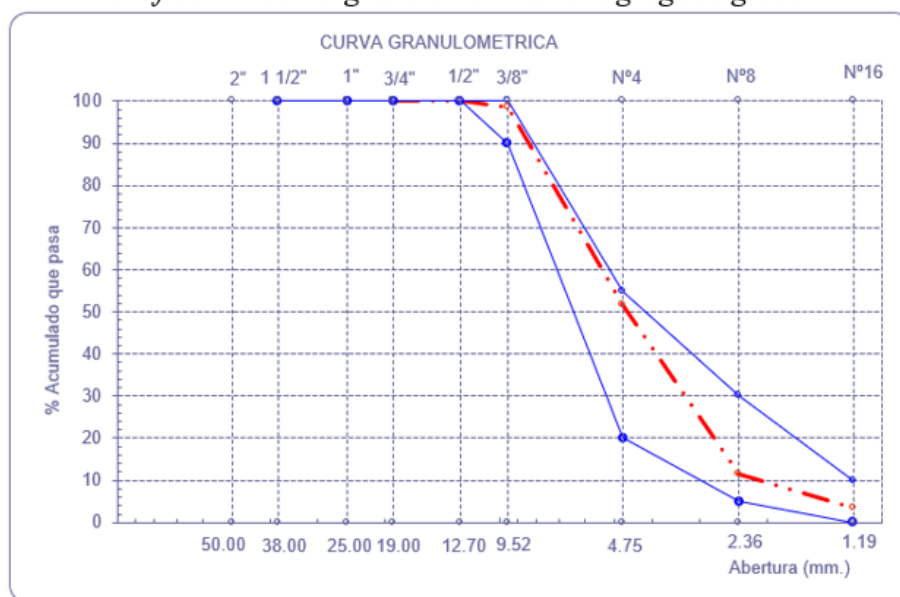
La Cantera Tres Tomás, proporciona el agregado grueso (confitillo) utilizado en la construcción. El peso de la muestra fue de 1000 g en total. Los límites de uso de este material se encuentran en el Huso 89 de ASTM C33/C33M-18.

Tabla 19: Análisis granulométrico del agregado grueso

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.52	13.2	1.3	1.3	98.7	90.0	100.0
Nº 04	4.75	470.2	47.0	48.3	51.7	20.0	55.0
Nº 08	2.36	400.7	40.1	88.4	11.6	5.0	30.0
Nº 16	1.19	82.9	8.3	96.7	3.3	0.0	10.0
Nº 30	0.60	12.0	1.2	97.9	2.1	0.0	5.0
Nº 50	0.30	4.2	0.4	98.3	1.7	0.0	5.0
Fondo		16.9	1.7	100.0	0.0		
Tamaño Máximo			1/2"	12.70			
Tamaño Máximo Nominal			3/8"	9.52			

La distribución del porcentaje de material retenido en cada tamiz se muestra en el siguiente gráfico, demostrando que se ubica entre los límites superior e inferior permitidos.

Gráfico 4: Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente propia

### Peso Unitario Suelto y Compactado del agregado Fino

La tabla 20 nos muestra los resultados de peso unitario del agregado fino, con valores de peso unitario suelto y compactado de 1515.01 kg/m<sup>3</sup> y 1749.79 kg/m<sup>3</sup> respectivamente.

Tabla 20: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino.

<b>1.- PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO</b>			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>18025</b>	<b>18013</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9898.0	9898.0
3.- Peso del material		8127	8115
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1531.85	
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1515.01</b>	
<b>2.- PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO</b>			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>19274</b>	<b>19281</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9898.0	9898.0
3.- Peso del material		9376	9383
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1769.24	
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1749.79</b>	

Fuente: Propia

### Peso Unitario Suelto y Compactado del agregado Grueso

La tabla 21 nos muestra los resultados de peso unitario del agregado grueso, con valores de peso unitario suelto y compactado de 1416.80 kg/m<sup>3</sup> y 1563.23 kg/m<sup>3</sup> respectivamente.

Tabla 21: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

<b>A.- PESO UNITARIO SUELTO</b>				
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>17529</b>	<b>17534</b>	<b>17539</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9993.0	9993.0	9993.0
3.- Peso del material		7536	7541	7546
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1422.44		
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1416.80</b>		
<b>B.- PESO UNITARIO COMPACTADO</b>				
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>18305</b>	<b>18317</b>	<b>18318</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9993.0	9993.0	9993.0
3.- Peso del material		8312.0	8324.0	8325.0
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1569.45		
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1563.23</b>		

Fuente: Propia

### Peso específico y absorción del agregado Fino

La tabla 22 nos muestra los resultados del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino, con valores de 2.569 g/cm<sup>3</sup> y 0.82% respectivamente.

Tabla 22: Peso específico y absorción del agregado fino

<b>I - PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO</b>			
1.- Peso de la muestra Sat Sup Seca	(g):	<b>500.0</b>	<b>500.0</b>
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g):	<b>947.2</b>	<b>947.2</b>
3.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g):	640.3	640.3
4.- Peso del Agua	(g):	307.0	307.0
5.- Peso del Frasco	(g):	<b>140.25</b>	<b>140.25</b>
6.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g):	636.17	636.17
7.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g):	<b>495.92</b>	<b>495.92</b>
8.- Volumen del frasco	(g):	500	500
<b>II - RESULTADOS DE PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO</b>			
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> ):	<b>2.569</b>	
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> ):	2.591	
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> ):	2.625	
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%):	<b>0.82</b>	

Fuente: Propia

### Peso específico y absorción del agregado grueso

La tabla 23 nos muestra los resultados del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso, con valores de 2.626 g/cm<sup>3</sup> y 1.21% respectivamente.

Tabla 23: Peso específico y absorción del agregado grueso

<b>I.-PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO</b>			
1.- Peso de la muestra Sat Sup Seca	(g):	<b>500.0</b>	<b>500.0</b>
2.- Peso de Agreg. Sup Seco + Peso frasco + Peso del agua	(g):	<b>954.0</b>	<b>955.0</b>
3.- Peso de Agreg. Sup Seco + Peso frasco	(g):	642.2	642.2
4.- Peso del Agua	(g):	311.8	311.9
5.- Peso del frasco	(g):	<b>142.2</b>	<b>142.2</b>
6.- Peso del agregado secado al horno	(g):	494.0	494.0
7.- Peso del agregado secado al horno + Peso de la tara	(g):	<b>562.6</b>	<b>562.6</b>
8.- Peso de la tara	(g):	68.6	68.6
9.- Volumen del frasco	(g):	<b>500.0</b>	<b>500.0</b>
<b>II.- RESULTADOS PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO</b>			
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> ):	<b>2.626</b>	
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> ):	2.658	
C.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> ):	2.712	
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%):	<b>1.21</b>	

Fuente: Propia

### Contenido de humedad del agregado fino

La tabla 24 nos muestra los resultados del ensayo de contenido de humedad en el agregado fino, con un valor promedio de dos muestras de 1.11%.

*Tabla 24: Humedad del agregado fino*

I.- Datos			
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500.00	500.00
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	494.49	494.52
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.11	1.11
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.11</b>	

*Fuente: Propia*

### Contenido de humedad del agregado grueso

La tabla 25 nos muestra los resultados del ensayo de contenido de humedad en el agregado grueso, con un valor promedio de dos muestras de 0.40%.

*Tabla 25: Humedad del agregado grueso*

I.- Datos			
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000.00	1000.00
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	996.02	996.05
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.40	0.40
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.40</b>	

*Fuente: Propia*

Con base en los datos obtenidos sobre las características de los agregados que participan en la mezcla de concreto, se realizó el diseño para un bloque de concreto con una resistencia de 50 kg/cm<sup>2</sup>. La Tabla 26 muestra las características de los agregados.

*Tabla 26: Datos de los materiales para diseños de mezcla*

	A. Grueso (Cantera Tres Tomas)	A. fino (Cantera Patapo)	Plastico HIPS (Residuos electrónicos)
<b>Tamaño máximo nominal</b>	3/8"	-	3/8"
<b>Peso Unitario suelto seco</b>	1.417 g/cm <sup>3</sup>	1.515 g/cm <sup>3</sup>	0.535 g/cm <sup>3</sup>
<b>Peso Unitario compactado seco</b>	1.563 g/cm <sup>3</sup>	1.750 g/cm <sup>3</sup>	0.584 g/cm <sup>3</sup>
<b>Peso específico de masa seco</b>	2.63 g/cm <sup>3</sup>	2.57 g/cm <sup>3</sup>	1.05 g/cm <sup>3</sup>
<b>Contenido de humedad</b>	0.40%	1.11%	0.0%
<b>Contenido de absorción</b>	1.21%	0.82%	0.0%
<b>Módulo de fineza</b>		2.86	
<b>Peso Específico cemento (T. 1)</b>	3.15 g/cm <sup>3</sup>		

*Fuente: Propia*

La Tabla 27 detalla dosificaciones para elaborar bloques de concreto patrón, además de indicar la cantidad de materiales a utilizar por este tipo de bloque incluyendo un 5% de desperdicio.

*Tabla 27: Diseño de mezcla para bloques de concreto patrón*

<b>Diseño de mezcla para un bloque de concreto <math>f'c = 50 \text{ kg/cm}^2</math></b>				
<b>Elaborado por : Lara Tineo Jhon Smith</b>				
Norma: ACI del comité 211				
Material	Cantidad en m <sup>3</sup>	Volumen del bloque de concreto (m <sup>3</sup> )	Cantidad de material para un molde de bloque de concreto	Cantidad de material para un bloque (Kg) + 5% desperdicio
Cemento	0.076	0.0047	0.000357	1.18 Kg
Ag. Grueso	0.271	0.0047	0.001276	3.52 Kg
Ag. Fino	0.421	0.0047	0.001982	5.35 Kg
Agua	0.210	0.0047	0.000986	1.04 lts
<b>Dosificación en peso</b>	<b>( Cemento : Ag Grueso : Ag Fino : Agua )</b>			
	1	2.98	4.53	37.27
<b>Dosificación en volumen</b>	<b>( Cemento : Ag Grueso : Ag Fino : Agua )</b>			
	1	3.15	4.44	37.27

*Fuente: Propia*

La Tabla 28 detalla dosificaciones de peso y volumen para elaborar bloque de bloques de concreto con un 5% de reemplazo de residuo electrónico., además de indicar la cantidad de materiales a utilizar por este tipo de bloque incluyendo un 5% de desperdicio.

*Tabla 28: Diseño de mezcla para bloque con 5% de reemplazo*

<b>Diseño de mezcla para un bloque de concreto <math>f'c = 50 \text{ kg/cm}^2 + 5\%</math> de reemplazo</b>					
<b>Elaborado por : Lara Tineo Jhon Smith</b>					
Norma: ACI del comité 211					
Material	Cantidad en m <sup>3</sup>	Volumen del bloque de concreto (m <sup>3</sup> )	Cantidad de material para un molde de bloque de concreto	Cantidad de material para un bloque (Kg) + 5% desperdicio	
Cemento	0.076	0.0047	0.000357	1.18 Kg	
Ag. Grueso	0.258	0.0047	0.001212	3.34 Kg	
Ag. Fino	0.421	0.0047	0.001982	5.35 Kg	
Agua	0.209	0.0047	0.000984	1.03 lts	
Plástico R.E.	0.014	0.0047	0.000064	0.07 Kg	
<b>Dosificación en peso</b>	<b>( Cemento : Ag Grueso : Ag Fino : Agua : Plástico R.E. )</b>				
	1.00	2.83	4.53	37.22	0.06
<b>Dosificación en volumen</b>	<b>( Cemento : Ag Grueso : Ag Fino : Agua : Plástico R.E. )</b>				
	1.00	2.99	4.44	37.22	0.15

*Fuente: Propia*

La tabla 29 detalla las dosificaciones en peso y volumen para elaborar bloque de concreto de concreto con 10% de reemplazo de plástico electrónico, además de indicar la cantidad de materiales a utilizar por este tipo de bloque incluyendo un 5% de desperdicio.

*Tabla 29: Diseño de mezcla para bloque con 10% de reemplazo*

<b>Diseño de mezcla para un bloque de concreto <math>f'c = 50 \text{ kg/cm}^2 + 10\%</math> de reemplazo</b>					
<b>Elaborado por : Lara Tineo Jhon Smith</b>					
Norma: ACI del comité 211					
Material	Cantidad en m <sup>3</sup>	Volumen del bloque de concreto (m <sup>3</sup> )	Cantidad de material para un molde de bloque de concreto	Cantidad de material para un bloque (Kg) + 5% desperdicio	
Cemento	0.076	0.0047	0.000357	1.18 Kg	
Ag. Grueso	0.244	0.0047	0.001148	3.17 Kg	
Ag. Fino	0.421	0.0047	0.001982	5.35 Kg	
Agua	0.209	0.0047	0.000983	1.03 lts	
Plástico R.E.	0.027	0.0047	0.000127	0.14 Kg	
<b>Dosificación en peso</b>	<b>( Cemento : Ag Grueso : Ag Fino : Agua : Plástico R.E. )</b>				
	1	2.68	4.53	37.17	0.12
<b>Dosificación en volumen</b>	<b>( Cemento : Ag Grueso : Ag Fino : Agua : Plástico R.E. )</b>				
	1	2.83	4.44	37.17	0.30

*Fuente: Propia*

La tabla 30 detalla las dosificaciones en peso y volumen para elaborar bloque de concreto con 15% de reemplazo de plástico electrónico, además de indicar la cantidad de materiales a utilizar por este tipo de bloque incluyendo un 5% de desperdicio.

*Tabla 30: Diseño de mezcla para bloque con 15% de reemplazo*

<b>Diseño de mezcla para un bloque de concreto <math>f'c = 50 \text{ kg/cm}^2 + 15\%</math> de reemplazo</b>					
<b>Elaborado por : Lara Tineo Jhon Smith</b>					
Norma: ACI del comité 211					
Material	Cantidad en m <sup>3</sup>	Volumen del bloque de concreto (m <sup>3</sup> )	Cantidad de material para un molde de bloque de concreto	Cantidad de material para un bloque (Kg) + 5% desperdicio	
Cemento	0.076	0.0047	0.000357	1.18 Kg	
Ag. Grueso	0.231	0.0047	0.001085	2.99 Kg	
Ag. Fino	0.421	0.0047	0.001982	5.35 Kg	
Agua	0.209	0.0047	0.000982	1.03 Kg	
Plástico R.E.	0.041	0.0047	0.000191	0.21 Kg	
<b>Dosificación en peso</b>	<b>( Cemento : Ag Grueso : Ag Fino : Agua : Plástico R.E. )</b>				
	1	2.53	4.53	37.12	0.18
<b>Dosificación en volumen</b>	<b>( Cemento : Ag Grueso : Ag Fino : Agua : Plástico R.E. )</b>				
	1	2.67	4.44	37.12	0.46

*Fuente: Propia*

## Propiedades físicas de los bloques de concreto

### Ensayo de variación dimensional

Durante esta prueba se tomaron medidas del largo, ancho y alto de las unidades en milímetros. Utilizando un vernier de ingeniero y una regla de metal, estas medidas se tomaron en la mitad del borde de cada cara. Como se muestra en la siguiente tabla, también se recolectaron diez muestras representativas de cada diseño.

### Variación dimensional para bloques de concreto patrón

*Tabla 31: Variación dimensional de bloques de concreto patrón*

<i>Variación dimensional de bloques de concreto patrón</i>			
Nº muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
MP - 1	392	119	187
MP - 2	387	120	189
MP - 3	387	119	190
MP - 4	386	120	189
MP - 5	388	120	190
MP - 6	392	117	186
MP - 7	390	120	188
MP - 8	388	119	186
MP - 9	385	119	186
MP - 10	386	118	188
<b>Promedio</b>	<b>388 mm</b>	<b>119 mm</b>	<b>188 mm</b>
Medida patrón	390.00 mm	120.00 mm	190.00 mm
<b>Variación permitida</b>	<b>2.00%</b>	<b>3.00%</b>	<b>2.00%</b>
Varación obtenida	0.49%	0.75%	1.11%

*Fuente: Propia*

La Tabla N°31 detalla la variación dimensional respecto a bloques de concreto patrón, cuyas medidas se han considerado el largo, ancho y alto, se puede observar que estos resultados están dentro de los rangos permisibles, con datos finales de variación 0.49%, 0.75% y 1.11% en largo, ancho y altura respectivamente.

### Variación dimensional para bloques de concreto con 5% de reemplazo

La Tabla N°32 detalla la variación dimensional respecto a bloques de concreto con 5% de reemplazo por plástico de residuos electrónicos, cuyas medidas se han considerado el largo, ancho y alto, se puede observar que estos resultados están dentro de los rangos permisibles, con datos finales de variación 0.79%, 0.67% y 1.37% en largo, ancho y altura respectivamente.

*Tabla 32: Variación dimensional de bloques de concreto con 5% de reemplazo*

<b>Variación dimensional de bloques de concreto con 5% de reemplazo</b>			
<b>Nº muestra</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Altura (mm)</b>
MP - 1	387	120	186
MP - 2	390	118	189
MP - 3	385	119	191
MP - 4	388	121	187
MP - 5	389	120	190
MP - 6	386	120	185
MP - 7	385	118	189
MP - 8	385	119	186
MP - 9	389	117	186
MP - 10	385	120	185
<b>Promedio</b>	<b>387 mm</b>	<b>119 mm</b>	<b>187 mm</b>
Medida patrón	390.00 mm	120.00 mm	190.00 mm
<b>Variación permitida</b>	<b>2%</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>
Varación obtenida	<b>0.79%</b>	<b>0.67%</b>	<b>1.37%</b>

*Fuente: Propia*

### Variación dimensional para bloques de concreto con 10% de reemplazo

La Tabla N°33 detalla la variación dimensional respecto a bloques de concreto con 10% de reemplazo por plástico de residuos electrónicos, cuyas medidas se han considerado el largo, ancho y alto, se puede observar que estos resultados están dentro de los rangos permisibles, con datos finales de variación 0.87%, 1.00% y 1.58% en largo, ancho y altura respectivamente.

Tabla 33: Variación dimensional de bloques de concreto con 10% de reemplazo

<i>Variación dimensional de bloques de concreto con 10% de reemplazo</i>			
<b>Nº muestra</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Altura (mm)</b>
MP - 1	389	121	185
MP - 2	387	118	188
MP - 3	386	119	188
MP - 4	385	118	188
MP - 5	384	119	189
MP - 6	390	117	187
MP - 7	388	120	188
MP - 8	388	120	186
MP - 9	385	119	184
MP - 10	384	117	187
<b>Promedio</b>	<b>387 mm</b>	<b>119 mm</b>	<b>187 mm</b>
Medida patrón	390.00 mm	120.00 mm	190.00 mm
<b>Variación permitida</b>	<b>2%</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>
Varación obtenida	0.87%	1.00%	1.58%

Fuente: Propia

**Variación dimensional para bloques de concreto con 15% de reemplazo**

Tabla 34: Variación dimensional de bloques de concreto con 15% de reemplazo

<i>Variación dimensional de bloques de concreto con 15% de reemplazo</i>			
<b>Nº muestra</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Altura (mm)</b>
MP - 1	386	116	187
MP - 2	385	118	188
MP - 3	386	118	189
MP - 4	386	120	187
MP - 5	384	119	189
MP - 6	388	118	186
MP - 7	390	120	187
MP - 8	385	120	187
MP - 9	384	119	184
MP - 10	386	118	185
<b>Promedio</b>	<b>386 mm</b>	<b>119 mm</b>	<b>187 mm</b>
Medida patrón	390.00 mm	120.00 mm	190.00 mm
<b>Variación permitida</b>	<b>2%</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>
Varación obtenida	<b>1.03%</b>	<b>1.17%</b>	<b>1.63%</b>

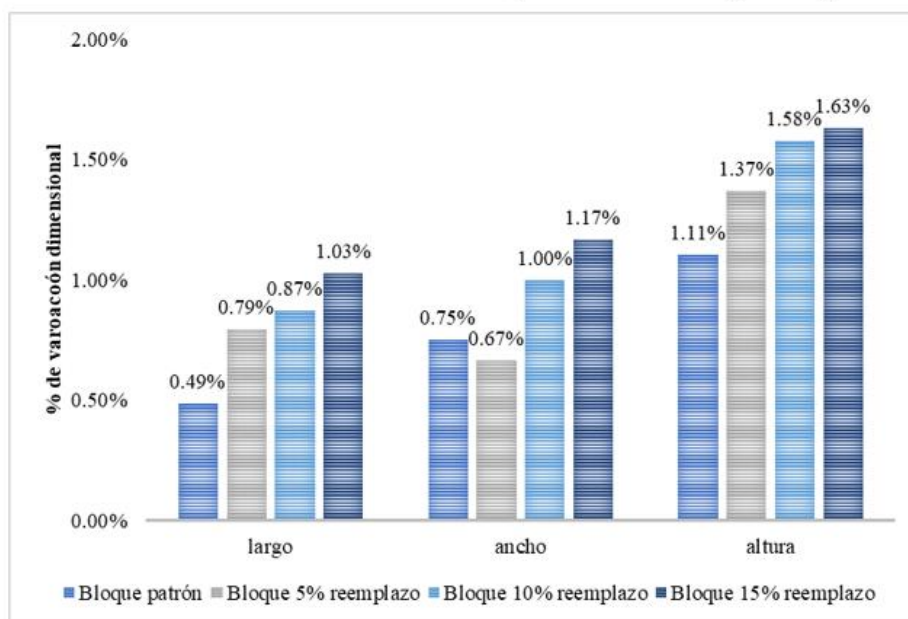
Fuente: Propia

La Tabla N°34 detalla la variación dimensional respecto a bloques de concreto con 15% de reemplazo por plástico de residuos electrónicos, cuyas medidas se han considerado el largo, ancho y alto, se puede observar que estos resultados están dentro de los rangos permisibles, con datos finales de variación 1.03%, 1.17% y 1.63% en largo, ancho y altura respectivamente.

### Resumen de variación dimensional

Los resultados de variación dimensional en bloques patrón considerando 10 unidades es de 0.49%, 0.75% y 1.11% (largo, ancho y altura), para el bloque de concreto con 5% de reemplazo se obtienen variaciones dimensionales de 0.79%, 0.67% y 1.37% (largo, ancho y altura), para el bloque con 10% de reemplazo se obtienen variaciones dimensionales de 0.87%, 1.00% y 1.58% (largo, ancho y altura) y para el bloque con 15% de reemplazo se obtienen variaciones dimensionales de 1.03%, 1.17% y 1.63% (largo, ancho y altura).

*Gráfico 5: Variaciones dimensionales en los bloques de concreto patrón y con reemplazos*



*Fuente: Propia*

## Ensayo de alabeo

Según la norma NTP 399.613 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, durante este ensayo se tomaron medidas del alabeo cóncavo y convexo. Los bloques de concreto se utilizan en albañilería, por lo que se utilizó un vernier de ingeniero para el muestreo y la prueba, y se usaron diez muestras representativas para la prueba. Se tomó una medida longitudinal y una medida diagonal, y a partir de ellas fue posible determinar qué superficie de asiento tenía mayor alabeo.

### Alabeo bloques de concreto patrón

En la Tabla N°35, se da conocer el alabeo del bloque de concreto patrón, se analiza que los resultados si cumplen, porque están dentro de los parámetros de la norma E.070, la cual menciona que debe ser 4mm como máximo, en resultados obtenemos alabeos cóncavos de 1.90mm y convexos de 1.54mm.

Tabla 35: Alabeo de bloques de concreto patrón

<i>Alabeo de bloques de concreto patrón</i>				
Especimen	Superficie concava (mm)		Superficie convexa (mm)	
	Superior	Inferior	Superior	Inferior
MP - 1	2.14	-	-	1.21
MP - 2	-	2.15	-	2.12
MP - 3	3.25	2.02	-	-
MP - 4	1.52	-	-	-
MP - 5	1.12	-	-	-
MP - 6	-	1.26	1.23	-
MP - 7	-	-	1.05	2.35
MP - 8	2.23	-	-	2.56
MP - 9	-	2.13	-	1.41
MP - 10	2.14	1.12	-	-
<b>Promedio (mm)</b>	2.07	1.74	1.14	1.93
<b>Resultado</b>	<b>Concavo</b>	<b>1.90</b>	<b>Convexo</b>	<b>1.54</b>

Fuente: Propia

### Alabeo bloques de concreto con 5% de reemplazo

En la Tabla N°36, se da conocer que el alabeo, respecto al bloque de concreto con 5% de reemplazo por plástico de residuos electrónicos, se puede ver que los resultados cumplen con la norma E.070, la cual menciona que debe ser 4mm como máximo, en resultados obtenemos alabeos cóncavos de 1.83mm y convexos de 1.91mm.

Tabla 36: Alabeo de bloques de concreto con 5% de reemplazo

<i>Alabeo de bloques de concreto con 5% de reemplazo</i>				
Especimen	Superficie concava (mm)		Superficie convexa (mm)	
	Superior	Inferior	Superior	Inferior
M5% - 1	2.14	-	-	1.12
M5% - 2	-	2.15	3.14	-
M5% - 3	2.02	1.26	-	-
M5% - 4	-	-	2.13	2.13
M5% - 5	3.15	-	-	2.14
M5% - 6	-	1.05	2.05	-
M5% - 7	1.05	1.25	-	-
M5% - 8	2.12	-	-	1.12
M5% - 9	-	-	1.13	2.12
M5% - 10	-	2.12	2.05	-
<b>Promedio (mm)</b>	2.10	1.57	2.10	1.73
<b>Resultado</b>	<b>Concavo</b>	<b>1.83</b>	<b>Convexo</b>	<b>1.91</b>

Fuente: Propia

#### Alabeo bloques de concreto con 10% de reemplazo

En la Tabla N°37, se da conocer que el alabeo, respecto al bloque de concreto con 10% de reemplazo por plástico de residuos electrónicos, se puede ver que los resultados cumplen con la norma E.070, la cual menciona que debe ser 4mm como máximo, en resultados obtenemos alabeos cóncavos de 2.27mm y convexos de 2.36mm.

Tabla 37: Alabeo de bloques de concreto con 10% de reemplazo

<i>Alabeo de bloques de concreto con 10% de reemplazo</i>				
Especimen	Superficie concava (mm)		Superficie convexa (mm)	
	Superior	Inferior	Superior	Inferior
M10% - 1	-	1.21	3.14	-
M10% - 2	2.11	-	-	2.14
M10% - 3	-	-	3.12	2.25
M10% - 4	3.14	2.14	-	-
M10% - 5	-	2.23	2.14	-
M10% - 6	-	2.12	2.22	-
M10% - 7	2.23	-	-	2.14
M10% - 8	2.34	-	-	2.10
M10% - 9	-	-	2.10	2.21
M10% - 10	3.11	2.11	-	-
<b>Promedio (mm)</b>	2.59	1.96	2.54	2.17
<b>Resultado</b>	<b>Concavo</b>	<b>2.27</b>	<b>Convexo</b>	<b>2.36</b>

Fuente: Propia

### Alabeo bloques de concreto con 15% de reemplazo

En la Tabla N°38, se da conocer que el alabeo, respecto al bloque de concreto con 15% de reemplazo por plástico de residuos electrónicos, se puede ver que los resultados cumplen con la norma E.070, la cual menciona que debe ser 4mm como máximo, en resultados obtenemos alabeos cóncavos de 2.37mm y convexos de 2.33mm.

Tabla 38: Alabeo de bloques de concreto con 15% de reemplazo

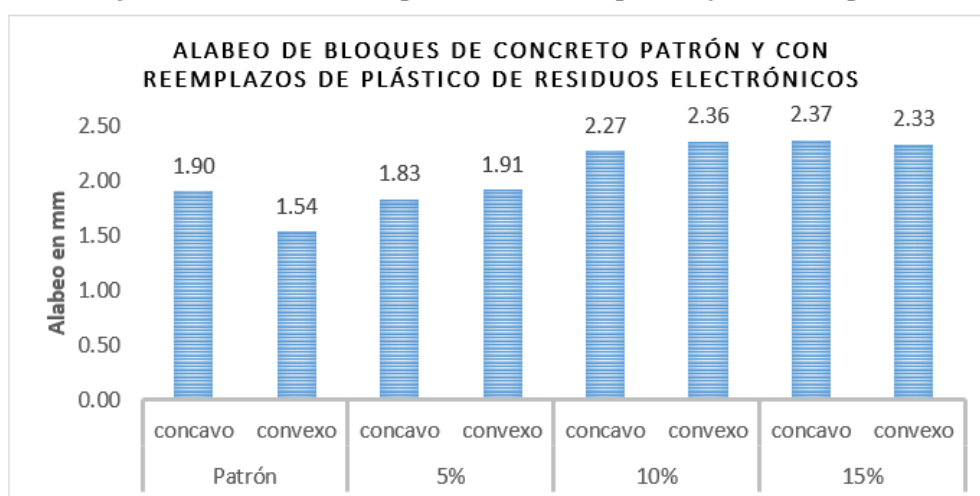
<i>Alabeo de bloques de concreto con 15% de reemplazo</i>				
Especimen	Superficie cóncava (mm)		Superficie convexa (mm)	
	Superior	Inferior	Superior	Inferior
M15% - 1	-	3.12	-	-
M15% - 2	-	-	2.12	2.12
M15% - 3	-	2.16	2.11	-
M15% - 4	3.15	-	-	-
M15% - 5	-	3.24	-	-
M15% - 6	-	2.11	2.43	-
M15% - 7	2.15	-	-	2.31
M15% - 8	2.13	-	-	2.34
M15% - 9	-	2.24	3.14	-
M15% - 10	1.26	-	2.22	-
<b>Promedio (mm)</b>	2.17	2.57	2.40	2.26
<b>Resultado</b>	<b>Concavo</b>	<b>2.37</b>	<b>Convexo</b>	<b>2.33</b>

Fuente: Propia

### Resumen de alabeo de los bloques de concreto

El alabeo de los bloques de concreto mostrados en el gráfico N°6 nos indica que para los 4 tipos de bloques elaborados en esta investigación se obtuvieron resultados inferiores a 4mm, con un valor máximo de alabeo del 2.37mm para el bloque de concreto con 10% de reemplazo.

Gráfico 6: Alabeo de bloques de concreto patrón y con reemplazos



Fuente: Propia

## Ensayo de absorción

La prueba de absorción que se hicieron en los bloques con reemplazo de plástico de residuos electrónicos se ha seguido como indica en la norma NTP 399.604, por ende, se han considerado tres especímenes de bloque de concreto patrón y con reemplazos del 5%, 10% y 15% del agregado grueso.

### Absorción de bloques de concreto patrón

Con la tabla N°39 se puede ver que el resultado promedio es de 6.03%, entonces este porcentaje es aceptable, debido a que está ubicada entre los parámetros que menciona la norma E.070 donde indica absorciones no será mayor al 12%.

*Tabla 39: Absorción de bloques de concreto patrón*

<i>Absorción de bloques de concreto patrón</i>					
<b>Descripción de la unidad</b>	<b>Ws (g)</b>	<b>Wd (g)</b>	<b>Absorción (%)</b>	<b>Promedio de 3 unidades</b>	<b>NTP 399.604</b>
MP - 1	12520	11820	5.92%		
MP - 2	12430	11710	6.15%	6.03%	12.00%
MP - 3	12520	11810	6.01%		

*Fuente: Propia*

### Absorción de bloques de concreto con 5% de reemplazo

Con la tabla N°40 se puede ver que el resultado promedio es de 6.39%, entonces este porcentaje es aceptable, debido está ubicada entre los parámetros que menciona la norma E.070 donde indica absorciones no será mayor al 12%.

*Tabla 40: Absorción de bloques de concreto con 5% de reemplazo*

<i>Absorción de bloques de concreto con 5% de reemplazo</i>					
<b>Descripción de la unidad</b>	<b>Ws (g)</b>	<b>Wd (g)</b>	<b>Absorción (%)</b>	<b>Promedio de 3 unidades</b>	<b>NTP 399.604</b>
M5% - 1	12280	11540	6.41%		
M5% - 2	12250	11500	6.52%	6.39%	12.00%
M5% - 3	12290	11570	6.22%		

*Fuente: Propia*

### Absorción de bloques de concreto con 10% de reemplazo

Con la tabla N°41 se puede ver que el resultado promedio es de 8.75%, entonces este porcentaje es aceptable, debido a que está ubicada entre los parámetros que menciona la norma E.070 donde indica absorciones no será mayor al 12%.

*Tabla 41: Absorción de bloques de concreto con 10% de reemplazo*

<i>Absorción de bloques de concreto con 10% de reemplazo</i>					
<b>Descripción de la unidad</b>	<b>Ws (g)</b>	<b>Wd (g)</b>	<b>Absorción (%)</b>	<b>Promedio de 3 unidades</b>	<b>NTP 399.604</b>
M10% - 1	12210	11270	8.34%		
M10% - 2	12220	11190	9.20%	8.75%	12.00%
M10% - 3	12250	11270	8.70%		

*Fuente: Propia*

### Absorción de bloques de concreto con 15% de reemplazo

Con la tabla N°42 se puede ver que el resultado promedio es de 10.22%, entonces este porcentaje es aceptable, debido a que está ubicada entre los parámetros que menciona la norma de albañilería E.070 donde indica que para los muros portantes no será mayor al 12%.

*Tabla 42: Absorción de bloques de concreto con 15% de reemplazo*

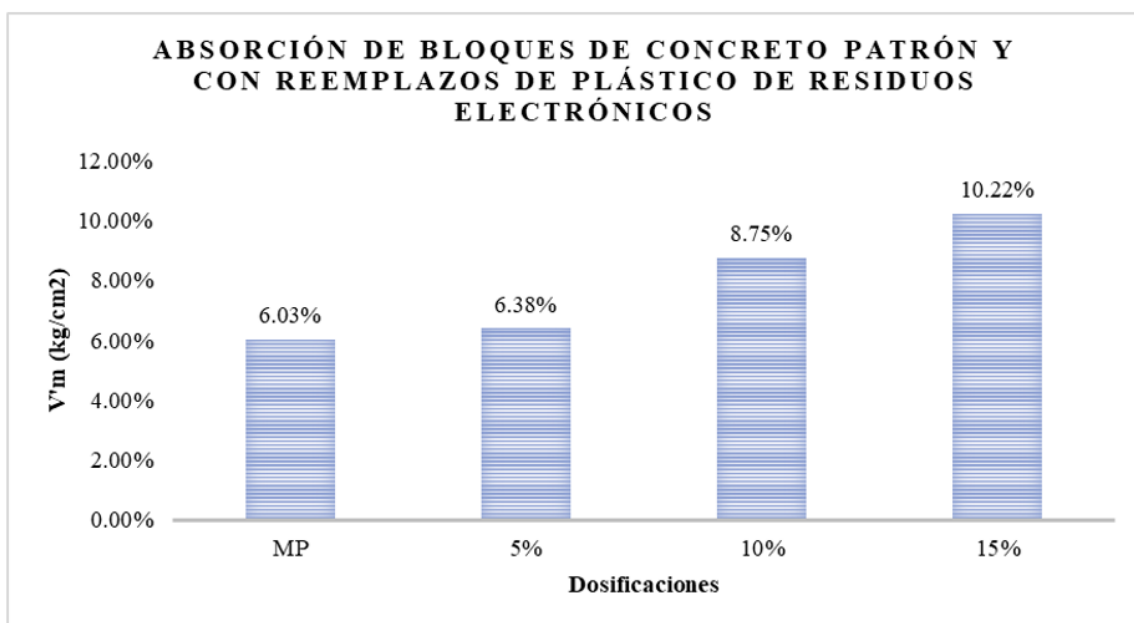
<i>Absorción de bloques de concreto con 15% de reemplazo</i>					
<b>Descripción de la unidad</b>	<b>Ws (g)</b>	<b>Wd (g)</b>	<b>Absorción (%)</b>	<b>Promedio de 3 unidades</b>	<b>NTP 399.604</b>
M15% - 1	12000	10850	10.60%		
M15% - 2	12060	10980	9.84%	10.22%	12.00%
M15% - 3	12080	10960	10.22%		

*Fuente: Propia*

### Resumen de absorción

En este grafico N°7 da a conocer a cerca del porcentaje del bloque patrón y los porcentajes con reemplazos por plástico de residuos electrónicos, que entre más porcentaje de reemplazo va a tener más absorción, debido a que, con 15% se obtiene el mayor valor de absorción con 10.22%.

Gráfico 7: Absorción de bloques de concreto patrón y con reemplazos



*Fuente: Propia*

### Ensayo de succión

Se analizaron los pesos antes y después de la prueba de succión de un total de 20 bloques de concreto para la succión de 5 unidades por cada tipo de bloque, y que a continuación se detallan los datos obtenidos de la prueba, la norma seguida para este ensayo es la NTP 399.613.

### Succión de bloques de concreto patrón

Las unidades de albañilería se recomiendan que no tengan una succión mayor a 20gr/200cm<sup>2</sup>, el resultado de las 5 unidades ensayadas de bloque patrón nos da como resultado 10.99 gr/200cm<sup>2</sup>-min, los datos detallados en la tabla 43.

*Tabla 43: Succión de bloques de concreto patrón*

<i>Succión de bloques de concreto patrón</i>					
Descripción de la unidad	Peso seco (g)	Peso succión (g)	Área (cm <sup>2</sup> )	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> -min)	Promedio de 5 unidades
MP - 1	11820	11850	546	10.99	
MP - 2	11710	11740	546	10.99	
MP - 3	11810	11840	546	10.99	10.99
MP - 4	11860	11880	546	7.33	
MP - 5	11820	11860	546	14.65	

*Fuente: Propia*

### Succión de bloques de concreto con 5% de reemplazo

Las unidades de albañilería se recomiendan que no tengan una succión mayor a 20gr/200cm<sup>2</sup>, el resultado de las 5 unidades ensayadas de bloque con 5% de reemplazo por plástico electrónico nos da como resultado 13.19 gr/200cm<sup>2</sup>-min, los datos detallados en la tabla 44.

Tabla 44: Succión de bloques de concreto con 5% de reemplazo

<i>Succión de bloques de concreto con 5% de reemplazo</i>					
Descripción de la unidad	Peso seco (g)	Peso succión (g)	Área (cm <sup>2</sup> )	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> -min)	Promedio de 5 unidades
M5% - 1	11540	11580	546	14.65	
M5% - 2	11500	11530	546	10.99	
M5% - 3	11570	11610	546	14.65	13.19
M5% - 4	11620	11660	546	14.65	
M5% - 5	11540	11570	546	10.99	

Fuente: Propia

### Succión de bloques de concreto con 10% de reemplazo

Las unidades de albañilería se recomiendan que no tengan una succión mayor a 20gr/200cm<sup>2</sup>, el resultado de las 5 unidades ensayadas de bloque con 5% de reemplazo por plástico electrónico nos da como resultado 16.12 gr/200cm<sup>2</sup>-min, los datos detallados en la tabla 45.

Tabla 45: Succión de bloques de concreto con 10% de reemplazo

<i>Succión de bloques de concreto con 10% de reemplazo</i>					
Descripción de la unidad	Peso seco (g)	Peso succión (g)	Área (cm <sup>2</sup> )	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> -min)	Promedio de 5 unidades
M10% - 1	11270	11320	546	18.32	
M10% - 2	11190	11230	546	14.65	
M10% - 3	11270	11310	546	14.65	16.12
M10% - 4	11320	11370	546	18.32	
M10% - 5	11270	11310	546	14.65	

Fuente: Propia

### Succión de bloques de concreto con 15% de reemplazo

Las unidades de albañilería se recomiendan que no tengan una succión mayor a 20gr/200cm<sup>2</sup>, el resultado de las 5 unidades ensayadas de bloque con 5% de reemplazo por plástico electrónico nos da como resultado 24.18 gr/200cm<sup>2</sup>-min, los datos detallados en la tabla 46.

Tabla 46: Succión de bloques de concreto con 15% de reemplazo

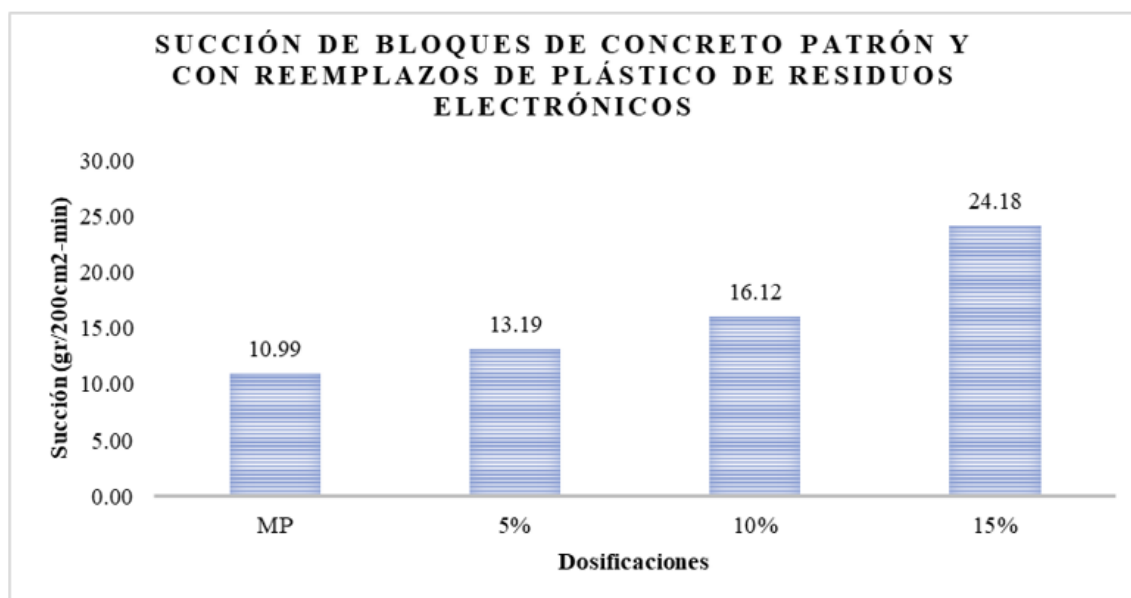
<i>Succión de bloques de concreto con 15% de reemplazo</i>					
Descripción de la unidad	Peso seco (g)	Peso succión (g)	Área (cm <sup>2</sup> )	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> -min)	Promedio de 5 unidades
M15% - 1	10850	10910	546	21.98	
M15% - 2	10980	11050	546	25.64	
M15% - 3	10960	11020	546	21.98	24.18
M15% - 4	10950	11010	546	21.98	
M15% - 5	10870	10950	546	29.30	

Fuente: Propia

### Resumen de succión de bloques

En el gráfico N° 8 se visualiza un incremento en la succión del bloque de concreto, conforme incrementa el porcentaje de reemplazo de confitillo por plástico de residuos electrónicos; en el 15% de reemplazo se supera los 20 gr/200cm<sup>2</sup>-min, por lo cual se deben regar antes de ser asentados; mientras tanto el bloque patrón, 5% de reemplazo y 10% de reemplazo no superan dicho valor.

Gráfico 8: Succión de bloques de concreto patrón y con reemplazos



Fuente: Propia

## Propiedades mecánicas de los bloques de concreto

### Ensayo de resistencia a la compresión

Para cada espécimen que estará ensayado a la resistencia a la compresión ( $f^b$ ), será hallada con la fuerza que la emite la prensa sobre el área (longitud x ancho) en este caso se hallado respecto a la NTP 399.604, esto se describe en la metodología, a continuación, se muestra los resultados obtenidos de la  $f^b$ , que fueron obtenidas para los diseños de muestra patrón y con reemplazos del 5%, 10% y 15% de agregado grueso por plástico de residuos electrónicos.

### Resistencia a la compresión en bloques de concreto patrón

En la tabla N° 47, se muestra la resistencia  $f^b$  de los bloques de concreto, que se han considerado para los 7, 14 y 28 días, el resultado de las tres unidades ensayadas a los 28 días nos da un valor de resistencia  $f^b= 56.26 \text{ kg/cm}^2$ , entonces el porcentaje es de 112%, porque la resistencia requerida era de  $f^b= 50 \text{ kg/cm}^2$ , esto quiere decir que ha superado la resistencia mínima.

Tabla 47: Resistencia a compresión de bloques de concreto patrón

Descripción de la unidad	Edad (días)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	$f^b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de 3 unidades	$f^m$ (Desv. Estandar)
Patrón	7	468	20130	43.01		
	7	468	17860	38.16	39.32 kg/cm <sup>2</sup>	36.04 kg/cm <sup>2</sup>
	7	468	17210	36.77		
	14	468	24370	52.07		
	14	468	24420	52.18	50.95 kg/cm <sup>2</sup>	48.90 kg/cm <sup>2</sup>
	14	468	22740	48.59		
	28	468	26270	56.13		
	28	468	26900	57.48	<b>57.09 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>56.26 kg/cm<sup>2</sup></b>
	28	468	26990	57.67		

Fuente: Propia

### Resistencia a compresión en bloques con 5% de reemplazo

En la tabla N°48, se muestra la resistencia  $f^b$  de los bloques de concreto con 5% de reemplazo por plástico electrónico, que se han considerado para los 7, 14 y 28 días; el resultado de las tres unidades ensayadas a los 28 días nos da un valor de resistencia  $f^b= 53.46 \text{ kg/cm}^2$ , entonces el porcentaje es de 107%, porque la resistencia requerida era de  $f^b= 50 \text{ kg/cm}^2$ , esto quiere decir que ha superado la resistencia mínima.

Tabla 48: Resistencia a compresión de bloques de concreto con 5% de reemplazo

Descripción de la unidad	Edad (días)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga	f <sup>b</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de 3 unidades	f <sup>m</sup> (Desv. Estandar)
5%	7	468	16490	35.24	35.34 kg/cm <sup>2</sup>	34.45 kg/cm <sup>2</sup>
	7	468	16980	36.28		
	7	468	16150	34.51		
	14	468	22800	48.72	47.21 kg/cm <sup>2</sup>	45.58 kg/cm <sup>2</sup>
	14	468	22190	47.41		
	14	468	21290	45.49		
	28	468	25740	55.00	<b>54.59 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>53.46 kg/cm<sup>2</sup></b>
	28	468	25950	55.45		
	28	468	24950	53.31		

Fuente: Propia

### Resistencia a compresión en bloques con 10% de reemplazo

En la tabla N°49, se muestra la resistencia f<sup>b</sup> de los bloques de concreto con 10% de reemplazo por plástico electrónico, que se han considerado para los 7, 14 y 28 días; el resultado de las tres unidades ensayadas a los 28 días nos da un valor de resistencia f<sup>b</sup>= 50.61 kg/cm<sup>2</sup>, entonces el porcentaje es de 101%, porque la resistencia requerida era de f<sup>b</sup>= 50 kg/cm<sup>2</sup>, esto quiere decir que ha superado la resistencia mínima.

Tabla 49: Resistencia a compresión de bloques de concreto con 10% de reemplazo

Descripción de la unidad	Edad (días)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga	f <sup>b</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de 3 unidades	f <sup>m</sup> (Desv. Estandar)
10%	7	468	18070	38.61	36.11 kg/cm <sup>2</sup>	33.82 kg/cm <sup>2</sup>
	7	468	16670	35.62		
	7	468	15960	34.10		
	14	468	21110	45.11	45.29 kg/cm <sup>2</sup>	44.40 kg/cm <sup>2</sup>
	14	468	21650	46.26		
	14	468	20830	44.51		
	28	468	23640	50.51	<b>51.31 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>50.61 kg/cm<sup>2</sup></b>
	28	468	24140	51.58		
	28	468	24260	51.84		

Fuente: Propia

### Resistencia a compresión en bloques con 15% de reemplazo

En la tabla N°50, se muestra la resistencia f<sup>b</sup> de los bloques de concreto con 15% de reemplazo por plástico electrónico, que se han considerado para los 7, 14 y 28 días; el resultado de las tres unidades ensayadas a los 28 días nos da un valor de resistencia f<sup>b</sup>= 40.16 kg/cm<sup>2</sup>,

entonces el porcentaje es de 80%, porque la resistencia requerida era de  $f'b= 50 \text{ kg/cm}^2$ , esto quiere decir que no ha superado la resistencia mínima.

*Tabla 50: Resistencia a compresión de bloques de concreto con 15% de reemplazo*

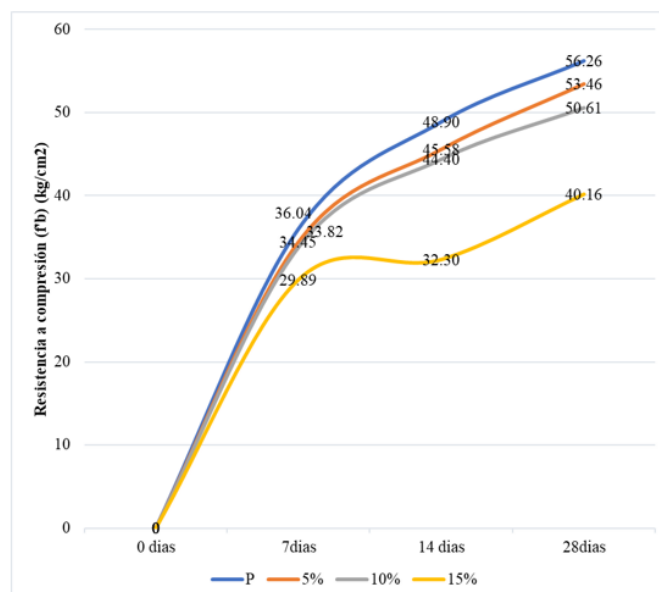
Descripción de la unidad	Edad (días)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de 3 unidades	f'm (Desv. Estandar)
15%	7	468	13950	29.81	30.43 kg/cm <sup>2</sup>	29.89 kg/cm <sup>2</sup>
	7	468	14390	30.75		
	7	468	14390	30.75		
	14	468	14780	31.58	38.21 kg/cm <sup>2</sup>	32.30 kg/cm <sup>2</sup>
	14	468	18770	40.11		
	14	468	20090	42.93		
	28	468	21330	45.58	<b>42.72 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>40.16 kg/cm<sup>2</sup></b>
	28	468	19640	41.97		
	28	468	19010	40.62		

*Fuente: Propia*

### Resumen de resistencia a compresión de bloques de concreto

El grafico N° 11 nos muestra que disminuye su  $f'b$  con los tres reemplazos usados en la investigación; sin embargo, el reemplazo de 5% y 10% cumplen con la normativa, que nos indica un mínimo de  $50 \text{ kg/cm}^2$ , únicamente el 15% de reemplazo está por debajo de dicho valor.

*Gráfico 9: Resistencia a compresión de bloques de concreto a los 7,14 y 28 días.*



*Fuente: Propia*

### Ensayo de resistencia a la compresión en prismas

Para realizar el ensayo se ensamblaron dos unidades completas de bloques huecos de hormigón y se apilaron uno sobre otro utilizando mortero que igualmente tenía una relación 1:1/2:4. Estos prismas se ensayan bajo compresión axial a la edad de 28 días con el fin de regular la calidad de la albañilería utilizada en la edificación. Los alveolos fueron rellenos con grout grueso, de acuerdo con la norma E.070 [15], para posteriormente realizar una comparación.

### Ensayo de resistencia a compresión de prisma patrón

*Tabla 51: Resistencia a la compresión en prisma patrón*

<i>Resistencia a la compresión en prismas patrón</i>											
Descripción de la unidad	Edad (días)	Largo (mm)	Espesor (mm)	Altura (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	Factor correc.	f <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio	f <sub>m</sub> (Desv. Estandar)
Prisma Patrón	28	389	120	395	46680	3.29	338810	1.093	80.92	79.27 kg/cm <sup>2</sup>	77.51 kg/cm <sup>2</sup>
	28	390	119	396	46410	3.33	321430	1.096	77.42		
	28	390	120	395	46800	3.29	333630	1.093	79.48		

*Fuente: Propia*

En el ensayo de prismas de albañilería con bloques de concreto, se indica en la norma E.070 una resistencia  $f_m$  mínimo es de 74 kg/cm<sup>2</sup>, entonces para estos bloques patrón si cumple, pues al calcular el promedio de estas tres muestras sale 77.51 kg/cm<sup>2</sup>, los resultados se indican en la tabla 51.

### Ensayo de resistencia a compresión de prisma con 5% de reemplazo

*Tabla 52: Resistencia a compresión en prismas con 5% de reemplazo*

<i>Resistencia a la compresión en prismas 5% de reemplazo</i>											
Descripción de la unidad	Edad (días)	Largo (mm)	Espesor (mm)	Altura (mm)	Area Bruta (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	Factor correc.	f <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio	f <sub>m</sub> (Desv. Estandar)
Prisma 5% reemplazo	28	389	120	395	46680	3.29	316310	1.093	75.55	76.39 kg/cm <sup>2</sup>	75.09 kg/cm <sup>2</sup>
	28	390	120	395	46800	3.29	317930	1.093	75.74		
	28	390	119	394	46410	3.31	323760	1.095	77.89		

*Fuente: Propia*

En el ensayo de prismas de albañilería con bloques de concreto, se indica en la norma E.070 una resistencia  $f'm$  mínimo es de  $74 \text{ kg/cm}^2$ , entonces para estos bloques con 5% de reemplazo por plástico electrónico si cumple, pues al calcular el promedio de estas tres muestras sale  $75.09 \text{ kg/cm}^2$ , los resultados se indican en la tabla 52.

### Ensayo de resistencia a compresión de prisma con 10% de reemplazo

Tabla 53: Resistencia a compresión en prismas con 10% de reemplazo

<i>Resistencia a la compresión en prismas 10% de reemplazo</i>											
Descripción de la unidad	Edad (días)	Largo (mm)	Espesor (mm)	Altura (mm)	Area Bruta ( $\text{mm}^2$ )	hp/tp	Carga (N)	Factor correc.	$f'm$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	Promedio	$f'm$ (Desv. Estandar)
Prisma 10% reemplazo	28	389	119	394	46291	3.31	292450	1.095	70.53	<b>71.79 kg/cm2</b>	<b>70.52 kg/cm2</b>
	28	389	120	394	46680	3.28	306130	1.093	73.07		
	28	390	120	394	46800	3.28	301470	1.093	71.77		

*Fuente: Propia*

En el ensayo de prismas de albañilería con bloques de concreto, se indica en la norma E.070 una resistencia  $f'm$  mínimo es de  $74 \text{ kg/cm}^2$ , entonces para estos bloques con 10% de reemplazo por plástico electrónico no cumple, pues al calcular el promedio de estas tres muestras sale  $70.52 \text{ kg/cm}^2$ , los resultados se indican en la tabla 53.

### Ensayo de resistencia a compresión de prisma con 15% de reemplazo

Tabla 54: Resistencia a compresión en prismas con 15% de reemplazo

<i>Resistencia a la compresión en prismas 15% de reemplazo</i>											
Descripción de la unidad	Edad (días)	Largo (mm)	Espesor (mm)	Altura (mm)	Area Bruta ( $\text{mm}^2$ )	hp/ht	Carga (N)	Factor correc.	$f'm$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	Promedio	$f'm$ (Desv. Estandar)
Prisma 15% reemplazo	28	389	119	393	46291	3.3	265180	1.094	63.92	<b>61.96 kg/cm2</b>	<b>59.81 kg/cm2</b>
	28	389	120	394	46680	3.28	249910	1.093	59.65		
	28	390	119	394	46410	3.31	259060	1.095	62.32		

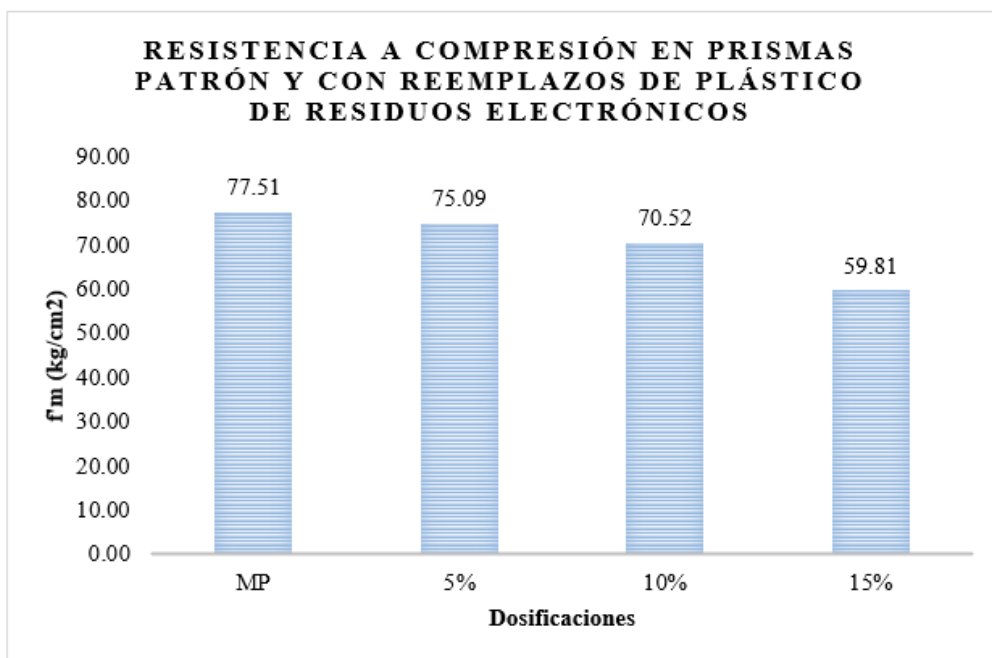
*Fuente: Propia*

En el ensayo de prismas de albañilería con bloques de concreto, se indica en la norma E.070 una resistencia  $f'm$  mínimo es de  $74 \text{ kg/cm}^2$ , entonces para estos bloques con 15% de reemplazo por plástico electrónico no cumple, pues al calcular el promedio de estas tres muestras sale  $59.81 \text{ kg/cm}^2$ , los resultados se indican en la tabla 54.

### Resumen de resistencia a compresión en prismas

En el gráfico 10, nos muestra una disminución de la  $f'm$  en prismas con los reemplazos del 5%, 10% y 15% de confitillo por plástico de residuos electrónicos, siendo el valor más bajo el de 59.81 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfico 10: Resistencia a compresión en prismas de bloques de concreto



Fuente: Propia

## Fallas en prismas

### Prisma patrón

La falla obtenida en los prismas patrones han sido por separación del frente superficial.

*Imagen 24: Fallas por compresión en prisma patrón*



### Prisma con 5% de reemplazo

La falla obtenida en los prismas con 5% de reemplazo han sido falla por separación de frente superficial.

*Imagen 25 Fallas por compresión en prisma con 5% de reemplazo*



### Prisma con 10% de reemplazo

La falla obtenida en los prismas con 10% de reemplazo han sido falla por corte y falla por separación de frente superficial.

*Imagen 26: Fallas por compresión en prisma con 10% de reemplazo*



### Prisma con 15% de reemplazo

La falla obtenida en los prismas con 15% de reemplazo han sido falla por separación de frente superficial.

*Imagen 27. Fallas por compresión en prisma con 15% de reemplazo*



### Ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes

Para el ensayo, se construyeron muretes de 80 centímetros por 80 centímetros con ocho bloques de concreto hueco colocados con un mortero de 1:1/2:4 (cemento: cal: arena). Además, se utilizó grout para rellenar los alveolos huecos con una dosificación de 1:3:2 (cemento: arena: confitillo). La resistencia  $v'm$  se registró en los muretes después de 28 días de elaboración y se verificó utilizando la norma E.070.

### Ensayo de resistencia a compresión de murete patrón

En el ensayo de muretes con bloques patrón, se aprecia que la resistencia promedio obtenida de tres muestras menos la desviación estándar es de  $8.66 \text{ kg/cm}^2$ , haciendo una comparación con la resistencia  $v'm$  de  $8.6 \text{ kg/cm}^2$  indicada en la norma E.070, estos muretes elaborados si cumplen. Los valores obtenidos se observan la tabla 55.

*Tabla 55: Resistencia a compresión en murete patrón*

<i>Resistencia a la compresión diagonal de muretes patrón</i>									
Descripción de la unidad	Edad (días)	Largo (mm)	Altura (mm)	Espesor (mm)	Area Bruta ( $\text{mm}^2$ )	Carga (N)	$v'm$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	Promedio	$v'm$ (Desv. Estandar)
	28	795	800	120	95700	115150	8.67		
Murete Patrón	28	800	805	119	95498	116337	8.78	<b>8.80 <math>\text{kg/cm}^2</math></b>	<b>8.66 <math>\text{kg/cm}^2</math></b>
	28	800	805	120	96300	119437	8.94		

*Fuente: Propia*

### Ensayo de resistencia a compresión de murete con 5% de reemplazo

La norma E.070 nos indica que la resistencia mínima  $v'm$  es de  $8.6 \text{ kg/cm}^2$ , para el ensayo realizado a los muretes con 5% de reemplazo, estos bloques cumplen con esta condición, debido a que el promedio de las tres muestras ensayadas es de  $8.62 \text{ kg/cm}^2$ . Los resultados obtenidos se observan en la tabla 56.

Tabla 56: Resistencia a compresión en muretes con 5% de reemplazo

<i>Resistencia a la compresión diagonal de muretes 5% de reemplazo</i>									
Descripción de la unidad	Edad (días)	Largo (mm)	Altura (mm)	Espesor (mm)	Area Bruta ( $\text{mm}^2$ )	Carga (N)	$v'm$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	Promedio	$v'm$ (Desv. Estandar)
Murete 5% reemplazo	28	800	805	119	95498	115993	8.76	<b>8.70 kg/cm2</b>	<b>8.62 kg/cm2</b>
	28	795	800	119	94903	114924	8.73		
	28	800	800	120	96000	114600	8.61		

Fuente: Propia

### Ensayo de resistencia a compresión de murete con 10% de reemplazo

En el ensayo de muretes con bloques con 10% de reemplazo por plástico electrónico, se aprecia que la resistencia promedio obtenida de tres muestras es de  $8.12 \text{ kg/cm}^2$ , haciendo una comparación con la resistencia  $v'm$  de  $8.6 \text{ kg/cm}^2$  indicada en la norma E.070, estos muretes elaborados no cumplen con esta condición. Los resultados obtenidos se observan en la tabla 57.

Tabla 57: Resistencia a compresión en muretes con 10% de reemplazo

<i>Resistencia a la compresión diagonal de muretes 10% de reemplazo</i>									
Descripción de la unidad	Edad (días)	Largo (mm)	Altura (mm)	Espesor (mm)	Area Bruta ( $\text{mm}^2$ )	Carga (N)	$v'm$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	Promedio	$v'm$ (Desv. Estandar)
Murete 10% reemplazo	28	795	800	119	94903	108450	8.24	<b>8.21 kg/cm2</b>	<b>8.12 kg/cm2</b>
	28	800	800	120	96000	108008	8.11		
	28	795	800	119	94903	109146	8.29		

Fuente: Propia

### Ensayo de resistencia a compresión de murete con 15% de reemplazo

La norma E.070 nos indica que la resistencia mínima  $v'm$  es de  $8.6 \text{ kg/cm}^2$ , para el ensayo realizado a los muretes con 15% de reemplazo, estos bloques no cumplen con esta condición, debido a que el promedio de las tres muestras ensayadas es de  $7.52 \text{ kg/cm}^2$ . Los resultados obtenidos se observan en la tabla 58.

Tabla 58: Resistencia a compresión en muretes con 15% de reemplazo

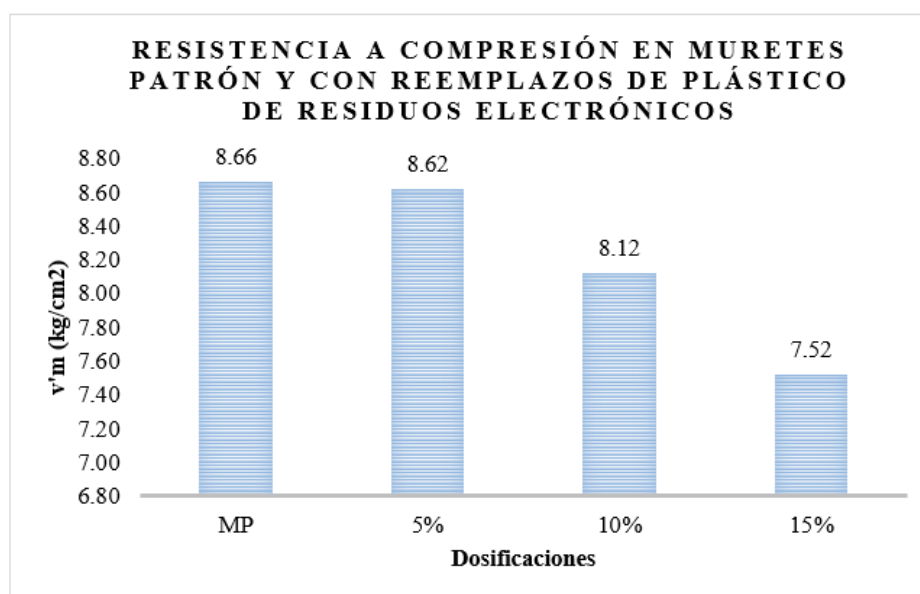
Resistencia a la compresión diagonal de muretes 15% de reemplazo									
Descripción de la unidad	Edad (días)	Largo (mm)	Altura (mm)	Espesor (mm)	Area Bruta ( $\text{mm}^2$ )	Carga (N)	$v'm$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	Promedio	$v'm$ (Desv. Estandar)
	28	800	805	119	95498	100808	7.61		
Murete 15% reemplazo	28	800	800	119	95200	99689	7.55	7.66 $\text{kg/cm}^2$	7.52 $\text{kg/cm}^2$
	28	800	805	118	94695	102897	7.83		

Fuente: Propia

### Resumen de resistencia a compresión en muretes

En el gráfico 11, nos muestra una disminución de la resistencia  $v'm$  en muretes con los reemplazos del 5%, 10% y 15% de confitillo por plástico de residuos electrónicos, siendo el valor más bajo  $7.52 \text{ kg/cm}^2$ .

Gráfico 11: Resistencia a compresión en muretes



Fuente: Propia

## Fallas en muretes ensayados (Tracción Diagonal)

*Imagen 27: Falla vertical en la diagonal.  
Murete patrón*



*Imagen 29: Falla vertical en la diagonal.  
Murete 5% de reemplazo*



*Imagen 28: Falla vertical en la diagonal.  
Murete 10% de reemplazo*



*Fuente: Propia*

*Imagen 30: Falla vertical en la diagonal.  
Murete 15% de reemplazo*



*Fuente: Propia*

### Análisis del costo unitario

Los plásticos de residuos electrónicos fueron triturados en un proceso mecánico, en el cual el costo por triturado de 1 tonelada de plástico es de s/. 500.00; conociendo el peso unitario suelto del plástico que es de  $0.535 \text{ gr/cm}^3$ , podemos indicar que en una tonelada tenemos  $1.87 \text{ m}^3$ , con esta información podemos concluir que el costo de triturado por  $1 \text{ m}^3$  de plástico de residuos electrónicos es de s/.267.38. Consideramos para el análisis unitario la trituradora “El Charapo” la cual se encuentra en la vía paralela a la carretera Chiclayo – Lambayeque.

A lo mencionado anteriormente, se le tiene que sumar los costos por traslado del lugar de recolección (Centro de Chiclayo) al lugar de triturado y posteriormente al lugar donde se elaboraron los bloques, ubicado en el distrito la Victoria Chiclayo, en la avenida Imperio, con costos por traslados de un  $1 \text{ m}^3$  plástico de s/.200.00; lo cual nos da un monto global de s/. 467.38 el costo del plástico por  $\text{m}^3$  utilizado en el proyecto.

La elaboración de los bloques se hizo con un solo molde metálico, lo cual hace que el precio de los bloques incremente lo cual no resultaría rentable debido a su baja tasa de producción insostenible para la alta demanda, sería recomendable que se lleve a cabo en una maquina bloquera ponedora en el que la elaboración de bloques por día es mayor.

Los costos de mano de obra, equipos y materiales se tomaron de la revista Suplemento técnico (marzo 2023).

### Análisis de precios unitarios para bloques de concreto patrón

Se realizo el análisis del precio unitario, obteniéndose el monto de s/. 2.194 para los bloques patrón, mostrado en la Tabla N°59.

Tabla 59: Precio unitario de bloque de concreto patrón

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Partida	: Bloque de concreto patrón de $f'c = 50 \text{ kg/cm}^2$ (39cm x 12 cm x 19cm)				
Rendimiento	: 300.00	Bloque/día		C.U. directo por bloque	2.194
Descripcion Recurso	Unidad	Cuadrill:	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					
PEON	hh	1.00	0.027	18.65	0.50
OPERARIO	hh	1.00	0.027	26.22	0.70
					<b>1.20</b>
<b>Materiales</b>					
ARENA GRUESA	m3		0.0020	49.15	0.0974
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls		0.0265	22.03	0.5829
CONFITILLO	m3		0.0013	53.59	0.0684
AGUA	m3		0.0010	6.13	0.0060
PETRÓLEO	gln		0.0004	17.37	0.0069
					<b>0.76</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.03	1.20	0.04
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.00	0.027	3.75	0.10
MESA VIBRADORA	hm	1.00	0.027	3.75	0.10
					<b>0.24</b>

### Análisis de precios unitarios para bloques con 5% de reemplazo

Una vez conocido el procedimiento para realizar los bloques de concreto patrón, es el mismo procedimiento con los reemplazos, es decir la mano de obra, maquinaria y herramientas son las mismas, diferenciándose en el reemplazo del confitillo por el plástico de residuos electrónicos, de esta manera obtenemos que con un reemplazo del 5% obtenemos un costo unitario de s/. 2.221 indicado en la tabla N°60.

Tabla 60: Precio unitario del bloque de concreto con 5% de reemplazo

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Partida	: Bloque de concreto de f'c = 50 kg/cm2 (39cm x 12 cm x 19cm) con 5% de reemplazo				
Rendimiento :	300.00	Bloque/día		C.U. directo por BLQ	2.221
Descripcion Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					
PEON	hh	1.00	0.027	18.65	0.50
OPERARIO	hh	1.00	0.027	26.22	0.70
					<b>1.20</b>
<b>Materiales</b>					
ARENA GRUESA	m3		0.0020	49.15	0.0974
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls		0.0265	22.03	0.5829
CONFITILLO	m3		0.0012	53.59	0.0650
PLÁSTICO ELECTRÓNICO	m3		0.0001	467.39	0.0299
AGUA	m3		0.0010	6.13	0.0060
PETRÓLEO	gln		0.0004	17.37	0.0069
					<b>0.79</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.03	1.20	0.04
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.00	0.027	3.75	0.10
MESA VIBRADORA	hm	1.00	0.027	3.75	0.10
					<b>0.24</b>

### Análisis de precios unitarios para bloques con 10% de reemplazo

Se realizó la evaluación del costo unitario, obteniéndose el costo del bloque de concreto con 10% de reemplazo de s/.2.243 indicado en la tabla N°61.

Tabla 61: Precio unitario de bloque de concreto con 10% de reemplazo

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Partida	: Bloque de concreto de f'c = 50 kg/cm2 (39cm x 12 cm x 19cm) con 10% de reemplazo				
Rendimiento :	300.00	Bloque/día		C.U. directo por BLQ	2.243
Descripcion Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					
PEON	hh	1.00	0.027	18.65	0.50
OPERARIO	hh	1.00	0.027	26.22	0.70
					<b>1.20</b>
<b>Materiales</b>					
ARENA GRUESA	m3		0.0020	49.15	0.0974
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls		0.0265	22.03	0.5829
CONFITILLO	m3		0.0011	53.59	0.0615
PLASTICO ELECTRÓNICO	m3		0.0001	467.38	0.0561
AGUA	m3		0.0010	6.13	0.0060
PETRÓLEO	gln		0.0004	17.37	0.0069
					<b>0.81</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.03	1.20	0.04
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.00	0.027	3.75	0.10
MESA VIBRADORA	hm	1.00	0.027	3.75	0.10
					<b>0.24</b>

### Análisis de precios unitarios para bloques con 15% de reemplazo

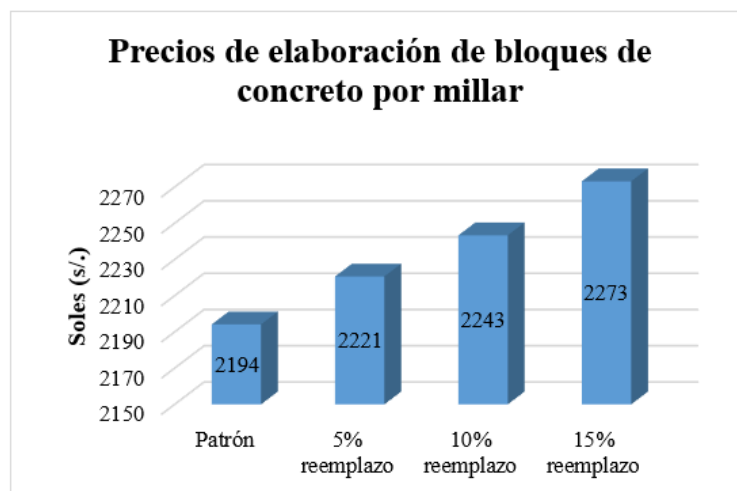
Se realizó la evaluación del costo unitario, obteniéndose el costo del bloque de concreto con 15% de reemplazo de s/.2.273 indicado en la tabla N°62.

Tabla 62: Precio unitario de bloque de concreto con 15% de reemplazo

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Partida	: Bloque de concreto de f'c = 50 kg/cm2 (39cm x 12 cm x 19cm) con 15% de reemplazo					
Rendimiento:	300.00	Bloque/día		C.U. directo por BLQ		2.273
Descripcion Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>						
PEON	hh	1.00	0.027	18.65	0.50	
OPERARIO	hh	1.00	0.027	26.22	0.70	
					<b>1.20</b>	
<b>Materiales</b>						
ARENA GRUESA	m3		0.0020	49.15	0.0974	
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls		0.0265	22.03	0.5829	
CONFITILLO	m3		0.0011	53.59	0.0581	
PLASTICO ELECTRÓNICO	m3		0.0002	467.38	0.0893	
AGUA	m3		0.0010	6.13	0.0060	
PETRÓLEO	gln		0.0004	17.37	0.0069	
					<b>0.84</b>	
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.03	1.20	0.04	
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.00	0.027	3.75	0.10	
MESA VIBRADORA	hm	1.00	0.027	3.75	0.10	
					<b>0.24</b>	

Se detalla el análisis de precios unitarios de la elaboración de bloques de concreto patrón y con reemplazos de 5%, 10% y 15% por plásticos de residuos electrónicos; los resultados de precios por millar por cada tipo de bloques de concreto son de s/. 2194.13, s/.2220.60, s/.2243.34 y s/.2273.14 respectivamente mostrados en el gráfico 12; se observa un incremento en el precio por millar de bloques conforme aumenta el porcentaje de reemplazo.

Gráfico 12: Precios de bloques de concreto por millar



## **Discusión**

### **Características del plástico electrónico triturado**

En el caso de la propuesta de agregado, se encuentra el plástico triturado HIPS, el cual presenta una granulometría similar al confitillo lo cual lo hace apto para su reemplazo con tamaños de partículas entre 1 a 11mm , sin embargo, la diferencia está en su peso específico de  $1.06 \text{ gr/cm}^3$ , lo cual difiere del peso específico del confitillo de  $2.63 \text{ gr/cm}^3$ , lo cual nos indica que obtendremos bloques de concreto con menor peso; otro punto a destacar es su capacidad de absorción y contenido de humedad los cuales son de 0%, estos resultados son consistentes con la investigación [13] en el cual se utiliza el plástico HIPS como reemplazo del árido fino.

En el resultado del peso unitario suelto seco del plástico electrónico cuenta con un valor de  $0.535 \text{ g/cm}^3$ , lo cual difiere respecto del confitillo con un valor de  $1.417 \text{ g/cm}^3$ , de la misma forma con el peso unitario suelo compactado con un dato de  $0.584 \text{ g/cm}^3$  y el del confitillo presenta un dato de  $1.563 \text{ g/cm}^3$ ; para el caso de la humedad y absorción el plástico electrónico presenta valores de 0% en ambos casos, a diferencia del confitillo que presenta valores de 0.40% y 1.21% respectivamente; lo cual tiene como resultado que los diseños de mezclas con los reemplazos reducen la cantidad de agua a utilizar.

### **Diseño de mezcla de bloques de concreto**

El agregado fino y el agregado grueso, que se utilizaron en la investigación, fueron ensayados primero antes de realizar el diseño de la mezcla. El análisis de las propiedades permitió la creación de una mezcla con la resistencia requerida del bloque de concreto patrón y bloques de concreto con plástico electrónico reemplazado en porcentajes volumétricos de agregado grueso.

El confitillo tiene un TMN de  $3/8"$ , que se encuentra en el huso 89 de la ASTM C136; este agregado se usa con frecuencia para hacer bloques de concreto y otros elementos prefabricados; sin embargo, hay investigaciones que eliminan el agregado grueso [36], generalmente cuando se buscan resistencias bajas. El módulo de fineza del agregado fino utilizado en nuestra investigación es de 2.86, lo que lo considera ligeramente grueso.

El diseño de mezclas se realizó utilizando la metodología ACI 211.1, con una relación a/c de 0.87 y bloques de concreto de dimensiones de 39 cm de largo, 12 cm de ancho y 19 cm de altura. Para crear bloques de concreto patrón, se utilizaron las proporciones de  $239 \text{ kg/m}^3$  de cemento,  $1082.79 \text{ kg/m}^3$  de agregado fino,  $712.54 \text{ kg/m}^3$  de agregado grueso y  $209.64 \text{ litros/m}^3$  de agua. (Consulte el anexo 1).

### **Propiedades físicas del bloque de concreto**

Para las propiedades físicas del bloque de concreto con reemplazo de plástico de residuos electrónicos por confitillo; la evaluación realizada a la variación dimensional del bloque nos indica un aumento en la variación dimensional conforme aumenta el porcentaje de reemplazo del bloque, la norma E070 nos indica que las variaciones permisibles en los bloques de concreto son de 2%, 3% y 2%, en largo, ancho y altura respectivamente. El porcentaje de variación dimensional máxima obtenida en largo es 1.03%, en ancho 1.17% y en altura es de 1.63%, datos que se encuentran dentro de los valores normados; de esta manera podemos indicar que los tres porcentajes de reemplazo 5%,10% y 15% son aceptables como bloques que puedan usarse en muros portantes.

El ensayo de alabeo se verificó la concavidad y convexidad de los bloques de concreto, teniendo de referencia que la normativa E.070 nos indica valores máximos de 4mm de alabeo; los valores obtenidos nos indican el valor máximo en concavidad se da en el bloque con 15% de reemplazo con un valor de 2.37mm, mientras que el valor máximo de convexidad se da en el bloque con 10% de reemplazo con un valor de 2.36mm, analizando los alabeo máximos obtenidos podemos indicar que los tres porcentajes de reemplazos analizados 5%,10% y 15% cumplen con el alabeo de bloques que son usados para muros portantes.

El ensayo de absorción de bloques de concreto, la NTP 399.602 nos indica un porcentaje como máximo de 12%; los resultados obtenidos nos indica un aumento en la absorción en todos los porcentajes de reemplazo, con datos de 6.03% (bloque patrón), 6.39% (bloque 5% reemplazo), 8.75% (bloque 10% reemplazo) y 10.22% (bloque 15% de reemplazo), de esta manera podemos indicar que el aumento se produce porque se origina porosidad en el bloque con el reemplazo de plástico electrónico, de misma forma ocurre con el plástico PET [37] que su reemplazo origina un aumento en la absorción del bloque; sin embargo considerando que el valor máximo de absorción es 12% podemos indicar que los tres porcentajes de reemplazos analizados 5%,10% y 15% son aptos para su uso como bloques para muros portantes.

En el ensayo de succión la norma E.070 nos indica un valor máximo de 20 gr/200cm<sup>2</sup>-min, los resultados obtenidos de la investigación se obtienen incrementos porcentuales de 20% en el bloque de 5% de reemplazo, un incremento de 46% en el bloque de 10% de reemplazo y un incremento de 119% con respecto al bloque de 15%; estos incrementos se originan debido a la porosidad del bloque con la incorporación de residuos electrónicos; sin embargo teniendo en cuenta el valor recomendado por la norma, el bloque con 15% de reemplazo es el único que sobrepasa ese límite, por ello se debe tener en cuenta que para este tipo de bloque cuando se quiera asentar se deberá regar durante 30 minutos, unas 10 a 15 horas antes del asentamiento.

### Propiedades mecánicas del bloque de concreto

Para las propiedades mecánicas de los bloques de concreto con reemplazo de plástico de residuos electrónicos por confitillo. Los resultados nos indican una conservación de las resistencias a compresión con pequeños porcentajes de reemplazo, mostrando disminuciones porcentuales de -4.97% (5% reemplazo), -10.04% (10% reemplazo) y -28.62% (15% reemplazo). Para la resistencia a compresión la norma E. 070 nos indica una resistencia mínima de 50 kg/cm<sup>2</sup>, para su uso en muros portantes; los bloques que cumplen son el bloque patrón y bloques con reemplazos de 5% y 10%.

Al no tener investigaciones previas con plástico electrónico en bloques, recopilamos información de otros plásticos investigados para poder contextualizar el HIPS en comparación con otros polímeros investigados como el plástico PET que nos indica una disminución de resistencia en 9% con un reemplazo de 5% para agregado grueso, y una reducción de 12% de resistencia como reemplazo de agregado fino; en el caso del plástico LDPE usado como pellets presentan un incremento de resistencia de 6% con un reemplazo del 10% y luego tiende a disminuir su resistencia con mayor porcentaje de reemplazo; en el caso del Polipropileno (PP) presenta un aumento de resistencia de 58% con un reemplazo del 10% y en el caso del PVC genera una disminución del 8% con un reemplazo del 2.5%.

*Tabla 63: Cambios porcentuales en las resistencias con diferentes plásticos usados como agregados*

Plástico usado	Porcentaje de agregado plástico (%)											Referencias
	1	2.5	3	5	7	10	15	20	25	30	40	
Plástico electrónico (HIPS)	-	-	-	-4	-	-10	-25	-	-	-	-	Propia
LDPE (pellets)	-	-	-	-	-	6	-	-18	-	-27	-43	[38]
PP (pellets)	-	-	-	-	-	58	-	-23	-	-33	-54	[39]
PVC	-	-8	-	-33	-	-53	-	-81	-	-	-	[40]
PE	-	-14	-	-27	-	-73	-	-90	-	-	-	[40]
PVC + PE	-	-11	-	-33	-	-46	-	-88	-	-	-	[40]
PET (Ag. Grueso)	-	-	-	-9	-	-14	-21	-	-	-	-	[41]
PET (Ag. Fino)	-	-	-	-12	-	-21	-40	-	-	-	-	[41]
PET (pellets)	-	-	-	-28	-	-44	-63	-	-	-	-	[41]
PET	-	-	-	46	-	9	-11	-17	-37	-46	-	[42]
PET (recortes)	1	-	-17	-13	-15	-19	-	-	-	-	-	[43]

También se analizó las resistencias a compresión en prismas guiándonos de la normativa NTP 399.604; mientras que la norma E.070. indicando un  $f'm$  de  $74 \text{ kg/cm}^2$  para bloques que serán usados en muros portantes, en el cual para obtener la resistencia se realiza con el área bruta del prisma, siempre que rellenemos los alveolos con grout. Con respecto a los resultados de este ensayo se determinó que el porcentaje que cumple con la resistencia mínima del bloque de concreto es el 5% de reemplazo, obteniendo una disminución de resistencia de 3.12% con respecto a la resistencia del prisma patrón; en el caso de los porcentajes con reemplazos de 10% y 15% no logran superar la resistencia mínima de la norma E.070 mostrando reducciones de resistencias de 9.02 % y 22.84% respectivamente con respecto al resultado del prisma patrón.

El  $f'm$  en muretes se realizó bajo la normativa NTP 399.621, mientras que en la norma E.070 nos indica la resistencia mínima de  $8.6 \text{ kg/cm}^2$  para bloques que serán usados como muros portantes; para llegar a esas resistencias los alveolos del bloque deben ser rellenados con grout; los resultados del ensayo nos muestran una disminución en las resistencias de los muretes, sin embargo el murete con 5% de reemplazo cumple con la resistencia mínima, presentándose una disminución de 0.50% con respecto al murete patrón; mientras que los porcentajes de 10% y 15% no cumplen con las resistencias mínimas de la E.070 mostrando reducciones de resistencias de 6.24% y 13.22% respectivamente con respecto al resultado del murete patrón.

### **Análisis estadístico de las resistencias de los bloques de concreto**

Para evaluar más a fondo los datos obtenidos de los tres ensayos de resistencias obtenidos, se realizó un análisis estadístico con el programa Statgraphics. Se utilizó la prueba F mediante la técnica ANOVA, para determinar si al menos un tipo de bloque con reemplazo difiere del bloque patrón. También se empleó la comparación de medias por pares utilizando la prueba de múltiples rangos de Duncan, para determinar que pares de datos son diferentes.

Con un valor  $p < 0,0001$ , el resultado de la prueba F mediante ANOVA indica que al menos un tipo de bloque es diferente del resto. De manera similar, las Tablas 64, 65 y 66 muestran los resultados de la comparación de medias mediante Duncan. Los hallazgos muestran que hay tres grupos homogéneos para la resistencia a compresión; los bloques de 10 % y 15 % son diferentes del resto, mientras que los bloques de 5 % y patrón son iguales. Esta situación se repite también para la resistencia a compresión en prismas y muretes. Esto indica que el bloque de reemplazo de 5 % no presenta diferencias significativas con respecto al bloque patrón.

Tabla 64: Grupos homogéneos de resistencia a compresión

Tipo de bloque de concreto	Casos	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Grupos homogéneos
Bloque + 15%	3	42.72	A
Bloque + 10%	3	51.31	B
Bloque + 5%	3	54.59	C
Bloque patrón	3	57.09	C

Fuente: Propia

Tabla 65: Grupos homogéneos en resistencia a compresión en prismas

Tipo de bloque de concreto	Casos	Resistencia a compresión en prisma (kg/cm <sup>2</sup> )	Grupos homogéneos
Bloque + 15%	3	61.96	A
Bloque + 10%	3	71.79	B
Bloque + 5%	3	76.39	C
Bloque patrón	3	79.27	C

Fuente: Propia

Tabla 66: Grupos homogéneos en resistencia a compresión en muretes

Tipo de bloque de concreto	Casos	Resistencia a compresión en muretes (kg/cm <sup>2</sup> )	Grupos homogéneos
Bloque + 15%	3	7.66	A
Bloque + 10%	3	8.21	B
Bloque + 5%	3	8.70	C
Bloque patrón	3	8.80	C

Fuente: Propia

### Verificación de los bloques con la normativa

Considerando que las propiedades físicas cumplen con los requisitos normativos para el uso de bloques en muros portantes, examinamos las propiedades mecánicas que son más importantes al elegir un bloque de concreto. En los tres ensayos realizados, se encontró que, de todos los bloques elaborados, se presenta una tendencia a la disminución de las resistencias. En el caso de la resistencia a compresión, los reemplazos de 5 y 10 % cumplen con los requisitos normativos.

De esta manera podemos indicar que el porcentaje óptimo de la investigación realizada es el 5% de reemplazo de confitillo por plástico de residuos electrónicos, en las cuales se comprueba con análisis estadístico que presenta diferencias poco significativas respecto a las resistencias del bloque patrón.

*Tabla 67: Resumen de características de bloques patrón y bloques con reemplazos*

Características del bloque de concreto	RNE E070	NTP 399. 602	Bloque patrón	5% reemplazo	10% reemplazo	15% reemplazo
Variación dimensional						
Largo	±2 %		0.49	0.79	0.87	1.03
Ancho	±3 %		0.75	0.67	1.00	1.17
Alto	±2 %		1.11	1.37	1.58	1.63
Alabeo (mm)	4		1.90	1.91	2.36	2.37
Absorción (%)		12	6.03	6.39	8.75	10.22
Succión (gr/200cm <sup>2</sup> -min)	20		10.99	13.19	16.12	24.18
Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	50		56.26	53.46	50.61	40.16
Resistencia a compresión en prismas (kg/cm <sup>2</sup> )	74		77.51	75.09	70.52	59.81
Resistencia a compresión diagonal en muretes (kg/cm <sup>2</sup> )	8.6		8.66	8.62	8.12	7.52

### **Análisis costo unitario**

A diferencia de otras investigaciones, no solo conocemos las propiedades de los bloques de concreto en estudio, sino que además sabemos el costo unitario de la elaboración por millar de cada tipo de bloque. En cuanto al precio unitario relacionando los bloques de concreto patrón con los bloques con reemplazo de 5%, 10% y 15%, se muestran incrementos porcentuales de 1.20%, 2.24% y 3.60% respectivamente, este incremento se ve debido a que el plástico electrónico paso por un proceso de triturado mecánico, el cual incrementa el costo unitario conforme asciende los porcentajes de reemplazo. En términos generales el incremento presentado se puede justificar en que podemos reutilizar el plástico de residuos electrónicos dándoles un nuevo uso beneficiando así al medio ambiente; además el reemplazo no afecta significativamente las resistencias con respecto al bloque patrón.

Otro punto importante es que se vienen incentivando en los criterios de adjudicación de obras públicas de construcción, el uso de materiales de construcción sostenibles en países europeos [44], de implementarse estas medidas en Perú, el bloque de concreto con residuos electrónicos se presenta como un material sostenible posibilitando de esta manera su utilización a pesar de su incremento en el costo. La sustitución de plástico electrónico se presenta como una alternativa muy atractiva en la industria de la construcción por considerarse un producto sostenible debido a que su producción implica el reciclaje de residuos de plástico electrónico, lo que conlleva una reducción en la demanda de recursos naturales y la cantidad de desechos en vertederos [36]. Además, en términos de su ciclo de vida, se observaría una disminución en el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la extracción y procesamiento de agregados convencionales, lo que resultaría en una menor huella de carbono en comparación con los bloques tradicionales.

## Conclusiones

La investigación permitió encontrar una forma efectiva de dar un nuevo uso a los plásticos de residuos electrónicos como reemplazo del agregado grueso (confitillo) para elaborar bloques de concreto. Sobre la base de los ensayos de laboratorio realizados y los resultados de la investigación, se pueden concluir lo siguiente:

El plástico de residuos electrónicos utilizado fue poliestireno de alto impacto (HIPS), presenta una adecuada granulometría para ser utilizado como sustituto del agregado grueso, con tamaños de partículas entre 1mm a 11mm, cumpliendo con requisitos granulométricos del huso 89 de la ASTM C136, el peso unitario suelto fue de  $0.535 \text{ gr/cm}^3$ , peso unitario compactado de  $0.584 \text{ gr/cm}^3$ , peso específico de  $1.06 \text{ gr/cm}^3$ , contenido de humedad de 0% y contenido de absorción de 0%.

La metodología usada para el diseño de mezclas fue el ACI 211.1, teniendo una resistencia de diseño de  $50 \text{ kg/cm}^2$  utilizada en bloques para muros portantes; se utilizó una relación a/c de 0.87, teniendo como cantidades de materiales a usar por  $\text{m}^3$  de concreto para el bloque patrón  $239.03 \text{ kg/m}^3$  de cemento,  $1082.79 \text{ kg/m}^3$  agregado fino,  $712.54 \text{ kg/m}^3$  de agregado grueso y  $209.64 \text{ lts/m}^3$  de agua.

Las propiedades físicas de los bloques de concreto con reemplazos de 5%, 10% y 15% cumplen con los parámetros normados; en el caso de la variación dimensional el porcentaje de variación máxima fue con los bloques de 15% de reemplazo, con porcentajes de variación en el largo de 1.03%, en el ancho 1.17% y en la altura 1.63% estando dentro de las variaciones permisibles de 2%, 3% y 2% respectivamente; para el ensayo de alabeo se obtuvo el máximo valor en el bloque de 15% de reemplazo, con una concavidad de 2.37 mm estando por debajo de los 4mm permitidos; para el ensayo de absorción se obtiene con el bloque de 15% de reemplazo, una absorción de 10.22% estando por debajo del 12% de absorción permitida y para el ensayo de succión se obtiene con los bloques con 15% de reemplazo una succión de  $24.18 \text{ gr/cm}^2\text{-min}$ .

En las propiedades mecánicas, se llevó a cabo el ensayo de resistencia  $f'_b$  a los bloques de concreto patrón y con reemplazos del 5%, 10% y 15% del volumen del confitillo, obteniendo  $f'_b$  de  $56.26 \text{ kg/cm}^2$ ,  $53.46 \text{ kg/cm}^2$ ,  $50.61 \text{ kg/cm}^2$  y  $40.16 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente; se evaluó la resistencia en prismas  $f'_m$  obteniendo resistencias de  $77.51 \text{ kg/cm}^2$ ,  $75.09 \text{ kg/cm}^2$ ,  $70.52 \text{ kg/cm}^2$  y  $59.81 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente; de igual manera se evaluó la resistencia en muretes  $v'_m$  obteniendo resistencias de  $8.66 \text{ kg/cm}^2$ ,  $8.62 \text{ kg/cm}^2$ ,  $8.12 \text{ kg/cm}^2$  y  $7.52 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente. Las propiedades mecánicas de los bloques de concreto se logran conservar con pequeños porcentajes de reemplazo de plástico electrónico, esto se comprobó con un

análisis estadístico en el cual el bloque de concreto patrón y bloque con 5% de reemplazo son considerados grupos homogéneos, debido a que presentan diferencias poco significativas en sus valores de resistencias.

Comparando los resultados obtenidos con la normativa E.070, podemos indicar que es factible la fabricación de bloques con reemplazo de confitillo por plástico de residuos electrónicos, siendo el reemplazo de 5% aquel que cumple tanto con las propiedades físicas y mecánicas de un bloque de concreto que usa en muros portantes, a diferencia de los bloques con reemplazos de 10% y 15% que cumplen con las propiedades físicas, sin embargo no cumplen con la resistencia a compresión en prismas y muretes.

Los costos unitarios de un bloque de concreto patrón y bloques con reemplazos por plástico electrónico tienen una variación por millar de bloques de s/. 26.47 (5% reemplazo), s/. 49.21 (10% de reemplazo) y s/. 79.01 (15% de reemplazo), respecto al bloque patrón, atribuyéndole este aumento al costo del triturado del plástico.

### **Recomendaciones**

Para analizar su comportamiento como agregados en la fabricación de bloques de concreto, se recomienda ampliar la investigación utilizando otros tipos de plástico de desechos electrónicos como el acrilonitrilo butadieno estireno (ABS). Además, se recomienda que cada objeto utilizado en las investigaciones tenga un identificador de plástico.

Para crear una mezcla adecuada, es importante asegurarse de que los agregados utilizados cumplan con las normas técnicas peruanas. Además, es recomendable no alterar el diseño de mezcla sugerido y siempre realizar un control adecuado de la resistencia necesaria.

Se recomienda seguir las metodologías de las normas técnicas peruanas en relación con las propiedades físicas para obtener resultados precisos. Se recomienda tratar de controlar la absorción y succión de los bloques debido a que valores altos pueden causar inconvenientes en la resistencia y la adherencia del mortero para la producción de mampostería.

En cuanto a las características mecánicas, se sugiere el uso de los bloques de concreto con reemplazo del 5%, debido a que cumplen con los requisitos de resistencia. También se sugiere investigar otras dosificaciones de reemplazo de plástico de desechos electrónicos para obtener un porcentaje más preciso. Por ejemplo, se podrían usar porcentajes de reemplazo del 2% al 8%.

Con respecto a la normativa se recomienda que se puedan implementar en la norma el uso de plásticos en la elaboración de bloques de concreto y otros elementos prefabricados, teniendo un control de las propiedades tanto físicas como mecánicas, de esta manera se incentiva el uso

de materiales de construcción sostenibles. Además, se sugiere que en futuras investigaciones se tome en cuenta el análisis de ciclo de vida y huella de carbono del plástico de residuos electrónicos aplicados en materiales de construcción.

Se sugiere que las municipalidades y organizaciones pertinentes puedan utilizar esta investigación para implementarla en empresas que fabrican bloques de concreto y utilicen el plástico de desechos electrónicos; para ello, sería necesaria una planta trituradora de plástico HIPS municipal, lo que facilitaría la implementación de este desecho. Por otra parte, se recomienda que en Perú se incluya el uso de materiales sostenibles en criterios de adjudicación de obras públicas de esta manera las empresas pueden implementar el bloque de concreto con residuos electrónicos en sus propuestas.

## Referencias

- [1] Y. S. Yong, Y. A. Lim y I. Ilankoon, An analysis of electronic waste management strategies and recycling operations in Malaysia: Challenges and future prospects, *Journal of Cleaner Production*, 2019.
- [2] S. Needhidasan, R. Ramesh, S. Joshua y R. Prabu, «Experimental study on use of E-waste plastics as coarse aggregate in concrete with manufactured sand,» *ELSEVIER. Materials Today: Proceeding*, p. 7, 2019.
- [3] STATISTA, *Volumen de generación de residuos electrónicos en Perú de 2015 a 2020*, Perú: Statista Research Department, 2021.
- [4] A. Akram, C. Sasidhar y K. Pasha, E-Waste management by utilization of e-plastics in concrete mixture as coarse aggregate replacement, *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2015.
- [5] C. P. Balde, B. Forti, V. Gray, R. Kuehr y P. Stegmann, *The global e-waste monitor 2017*, Vienna: United Nations University (UNU) International telecommunication Union (ITU), 2107.
- [6] INEI, *Viviendas particulares segun material predominante en las paredes exteriores y area de residencia 2011-2021*, Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2021.
- [7] S. Lular y I. Lular, *Potential application of E-Waste in construction industry: A Review*, India: ELSEVIER. Construction and Building Materials, 2019.

- [8] D. M. Roodman y N. Lensen, *A building revolution: How ecology and health concerns are transforming construction*, Washington DC: Worldwatch Institute, 1995.
- [9] A. Evram, T. Akcaoglu, K. Ramyar y B. Cubukcuoglu, «Effects of waste electronic plastic and marble dust on hardened,» *ELSEVIER, Construction and Building Materials*, p. 10, 2020.
- [10] M. Kalpana, D. S. Vijayan y S. R. Benin, «Performance study about ductility behaviour in electronic waste,» *ELSEVIER. Material Today: Proceedings*, p. 6, 2020.
- [11] J. Vargas y E. Polo, *Obtención de una mezcla de concreto con residuos plásticos de equipos electrónicos para fabricación de elementos no estructurales*, Barranquilla: Departamento de ingeniería civil. Universidad de la Costa, CUC, 2017.
- [12] C. Makri y N. Hahladakisb, *Use and assessment of “e-plastics” as recycled aggregates in cement mortar*, Chania, Greece: Elsevier, *Journal of Hazardous Materials*, 2019.
- [13] S. K. Sharman, S. Khaudiyal, N. Garg, S. K. Das y S. Kumar, Utilization of high impact polystyrene (HIPS) plastic waste as a partial replacement of fine aggregates in lightweight concrete, India: *Earth and Environmental Science*, 2022.
- [14] O. Olluwarotimi, C. Sarath y C. Paromita, Recycling of high impact polystyrene and low-density polyethylene plastic wastes in lightweight based concrete for sustainable construction, Vols. %1 de %238, part 5, India: *Materialstoday: Proceedings*, 2021.
- [15] *Norma E.070: Albañilería*, Perú: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2006.
- [16] *NTP 399.602 BLOQUES DE CONCRETO. Bloques de concreto para uso estructural. Requisitos*, Perú: INACAL, 2002.
- [17] *NTP 399.604 BLOQUES DE CONCRETO. Metodos de ensato normalizado para resistencia a compresión, absorción y dimensionamiento de bloque de concreto.*, Perú: INACAL, 2002.
- [18] *NTP 399.605. UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería*, Perú: INACAL, 2013.
- [19] *NTP 339.621 UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de ensato de compresión diagonal en muretes de albañilería*, Perú: INACAL, 2004.
- [20] *NTP 400.012 AGREGADOS. Analisis granulometrico del agregado fino, grueso y global*, Perú: INACAL, 2001.

- [21] *NTP 399.613 UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodos y ensayo de ladrillos de arcilla usado en albañileria*, Perú: INDECOPI, 2005.
- [22] *NTP 400.022 – AGREGADOS: Método de ensayo para determinar el peso específico y absorción del agregado fino*, Perú: INACAL, 2002.
- [23] *NTP 400.021 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso*, Peru: INDECOPI, 2002.
- [24] INACAL, NTP 400.017. Metodo de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y vacios en los agregados, 2016.
- [25] INACAL, NTP 339.183. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable, 2013.
- [26] ACI comitee, Standar practice for selecting proportions for normal , heavweight, and mass concrete, 2009.
- [27] INACAL, NTP 334.051. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado., 2013.
- [28] Á. San Bartolomé, Construcciones de albañileria- comportamiento sismico y diseño estructural, Lima: Pontifica Universidad Catolica del Perú, 1994.
- [29] E. Abanto, *Tecnologia del concreto*, Lima: San Marcos, 2009.
- [30] Instituto Mexicano del Plástico, Enciclopedia del plástico, Mexico D.F.: Hoescht, 1997.
- [31] M. F. Brenes Leon, M. G. Salazar Rodriguez, V. Ramirez Mora, L. Rojas Alpizar y J. Guth Brunner, Evaluacion de la calidad del HIPS de equipos de refrigeración mediante tecnicas de caracterización físicas, térmicas, espectroscópicas y mecánicas, Montes de Oca: University of Costa Rica, 2022.
- [32] J. A. Careaga, Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes, Mexico D.F.: Instituto Nacional de Ecologia SEDESOL, 1993.
- [33] K. Senthil y K. Baskar, Development of ecofriendly concrete incorporating recycled high impact polystyrene from hazardous electronic waste, Journal of Hazardous, Toxic, Radioactive waste, 2015.
- [34] Mexpolimeros, HIPS Poliestireno resistente al impacto, Mexico, 2020.
- [35] E. Rivva Lopez, Diseño de mezclas, Lima: Fonod editorial ICG, 2015.
- [36] M. A. Lara Vasquez y J. A. Noriega de Aguas, Analisis tecnico economico de la fabricacion de bloques de mortero estructural adicionados con vidrio molido como

alternativa sostenible para la construcción, Cartagena: Universidad de Cartagena. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil, 2018.

- [37] A. Mendoca, O. de Madeiros Melo Neto, J. Rodrigues, P. Luz, T. Guerra y R. de Lima, Incorporation of Micronized Polyethylene Terephthalate in Structural Concrete Blocks, Iran: Iran J Sci Technol Trans Civ Eng., 2020.
- [38] A. Dolores, J. Lasco, T. Bertiz y K. Lamar, Compressive strength and bulk density of concrete hollow blocks (CHB) infused with low-density polyethylene (LDPE) pellets, Philippines: Civil Engineering Journal, 2020.
- [39] J. Lasco, M. Marish y B. Marloe, Compressive strength and bulk density of concrete hollow blocks (CHB) with polypropylene (PP) pellets as partial replacement for sand, Civil Engineering Journal, 2017.
- [40] J. Ruiz Herrero, D. Velasco, A. Lopez, A. Arranz, A. Fernandez, A. Lorenzana, S. Merino, J. De Saja y M. Rodriguez, Mechanical and thermal performance of concrete and mortar cellular materials containing plastic waste, Construction and building materials, 2016.
- [41] N. Saikia y J. de Brito, Mechanical properties and abrasion behaviour of concrete containing shredded PET bottle waste as a partial substitution of natural aggregate, Construction and building materials, 2014.
- [42] M. Azdahdooh, A. Jamrah, A. Alnuaimi, M. Ahmed y A. Ahmed, Influence of various plastics waste aggregates on properties of normal concrete, Journal of building engineering, 2018.
- [43] A. Hameed y B. Fatah Ahmed, Employment the plastic waste to produce the light weight concrete, Energy Procedia, 2019.
- [44] BOE, Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, España: Boletín Oficial del Estado, 2021.

## **Anexos**

## Anexo 1: Diseño de mezcla de bloques patrón



**Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Civil Ambiental**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES**

**Tesis:** Analisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plásticos de residuos electrónicos

**Tesista:** Lara Tineo Jhon Smith

**Ensayo:** Diseño de Mezcla ACI-211

### 1) DATOS DE LOS AGREGADOS PARA EL DISEÑO

	A. Grueso (Cantera Tres Tomas)	A. fino (Cantera Patapo)
Tamaño máximo nominal	3/8"	-
Peso Unitario suelto seco	1.417 g/cm <sup>3</sup>	1.515 g/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario compactado seco	1.563 g/cm <sup>3</sup>	1.750 g/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa seco	2.626 g/cm <sup>3</sup>	2.569 g/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad	0.40%	1.11%
Contenido de absorción	1.21%	0.82%
Módulo de fineza		2.86
Peso Especifico cemento (Tipo 1)	3.15 g/cm <sup>3</sup>	

### 2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (F'cr)

Utilizando la tabla 08 de la hoja de excel "Tablas ACT", o de la tabla 7.4.3 del libro de Rivva López.

F'c	50	Para ser clasificado como un bloque para muros portantes, la normativa E 070 del RNE, nos indica una resistencia mínima de 50 kg/cm <sup>2</sup>
F'cr	120	

### 3) PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO

Se determina el porcentaje de aire atrapado utilizando el Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso, utilizando la tabla 02 de la hoja de excel "Tablas ACT" o la tabla 11.2.1 del libro de Rivva López.

T.M.N	3/8"
%Aire Atrapado	3.00%

### 4) ASENTAMIENTO DE CONCRETO

Se determina el asentamiento del concreto, utilizando la tabla 02 de la hoja de excel "Tablas ACT" o la tabla 11.2.1 del libro de Rivva López.

Colocar del 0-6	Tipo de Estructura	Asentamiento
1	Zapatas y muros de cimentación reforzados	0-1

### 5) CANTIDAD DE AGUA

Se determina la cantidad de agua, utilizando la tabla 03 de la hoja de excel "Tablas ACT" o la tabla 10.2.1 del libro de Rivva López o el 10.2.2 del mismo.

T.M.N	Asentamiento	Cantidad de agua
3/8"	1"	207 lts

**6)RELACIÓN AGUA/CEMENTO**

Se determina la relación agua-cemento , utilizando la tabla 04 de la hoja de excel "Tablas ACI" a partir de la Resistencia De Diseño Requerido y % de aire atrapado o la tabla 12.2.2 del libro de Rivva López, 12.2.3,12.2.4 o 12.2.5 del mismo o utilizar el valor que se requiera.

F'cr	%Aire Atrapado	R. A/C
120	3.00%	0.866

**7)CANTIDAD DE CEMENTO**

Se determina la cantidad de cemento , a partir de la relación agua cemento y la cantidad de agua .

R. A/C	Cantidad de agua	Cemento
0.87	207 lts	239.03 Kg

**8)PESO DEL AGREGADO GRUESO**

T.M.N	Módulo de fineza	b/b0	Peso Agregado Grueso
3/8"	2.86	0.45	709.70 Kg

**9)CANTIDADES DE LOS COMPONENTES DE CONCRETO POR M3**

Cemento	Agua	Aire	Agregado Grueso	Agregado Fino	Peso Agregado Fino
0.076 m3	0.207 m3	0.030 m3	0.270 m3	0.417 m3	1070.905 Kg

**10)PESO DE LOS COMPONENTES DE CONCRETO EN CONDICIONES SECAS**

Componente	Peso
Cemento	239.03 Kg
Agua	207 lts
Aire	3.00%
Agregado Grueso	709.70 Kg
Agregado Fino	1070.905 Kg

**11)CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Componente	Peso Seco	Humedad	Peso Condición Húmeda
Agregado Grueso	709.70	0.40%	712.543 Kg
Agregado Fino	1070.91	1.11%	1082.792 Kg

**12)AGUA EFECTIVA**

	Absorción	Humedad	Peso Seco	Aporte de agua
A.Grueso	1.21%	0.40%	709.70 Kg	-5.75 lts
A. Fino	0.82%	1.11%	1070.905 Kg	3.11 lts
				<b>-2.64 lts</b>

Agua=	207 lts
Aporte=	-2.64 lts
Agua Efectiva=	<b>209.6 lts</b>

**13)PROPORCIONES DE DISEÑO EN PESO**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua
239.03 Kg	712.54 Kg	1082.79 Kg	210 lts

**PESO:**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua
1	2.98	4.53	37.27 lts

**14) PROPORCIONES DE DISEÑO EN VOLUMEN****14.1) MATERIALES POR TANDA**

Cemento	A.Gruoso	A.Fino	Agua
42.50 Kg/bls	126.69 Kg/bls	192.52 Kg/bls	37.27 lts/bls

**14.2) PESOS UNITARIOS HÚMEDOS**

	Peso Unitario Suelto Seco	Humedad	Pesos Unitarios Húmedos	Pesos Unitarios Húmedos Pie3
Agregado Grueso	1416.80 Kg/m3	0.40%	1422.47 Kg/m3	40.27 Kg/pie3
Agregado Fino	1514.80 Kg/m3	1.11%	1531.61 Kg/m3	43.36 Kg/pie3

**14.3) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN**

Cemento	A.Gruoso	A.Fino	Agua
42.50 Kg	126.69 Kg	192.52 Kg	37.27 lts

**VOLUMEN:**

Cemento	A.Gruoso	A.Fino	Agua
1	3.15	4.44	37.27 lts

**15) PROPORCIONES FINALES EN PESO Y VOLUMEN****PESO:**

Cemento	A.Gruoso	A.Fino	Agua
1	2.98	4.53	37.27 lts

**VOLUMEN:**

Cemento	A.Gruoso	A.Fino	Agua
1	3.15	4.44	37.27 lts

Anexo 2: Diseño de mezcla de bloques con 5% de reemplazo.



**Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Civil Ambiental**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES**

**Tesis:** Analisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plásticos de residuos electrónicos

**Tesista:** Lara Tineo Jhon Smith

**Ensayo:** Diseño de Mezcla ACI-211

**1) DATOS DE LOS AGREGADOS PARA EL DISEÑO**

	A. Grueso (Cantera Tres Tomas)	A. fino (Cantera Patapo)	Plastico HIPS (Residuos electrónicos)
<b>Tamaño máximo nominal</b>	3/8"	-	3/8"
<b>Peso Unitario suelto seco</b>	1.417 g/cm <sup>3</sup>	1.515 g/cm <sup>3</sup>	0.535 g/cm <sup>3</sup>
<b>Peso Unitario compactado seco</b>	1.563 g/cm <sup>3</sup>	1.750 g/cm <sup>3</sup>	0.584 g/cm <sup>3</sup>
<b>Peso específico de masa seco</b>	2.63 g/cm <sup>3</sup>	2.57 g/cm <sup>3</sup>	1.06 g/cm <sup>3</sup>
<b>Contenido de humedad</b>	0.40%	1.11%	0.0%
<b>Contenido de absorción</b>	1.21%	0.82%	0.0%
<b>Módulo de fineza</b>		2.86	
<b>Peso Especifico cemento (Tipo 1)</b>	3.15 g/cm <sup>3</sup>		

**2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (F'cr)**

Utilizando la tabla 08 de la hoja de excel "Tablas ACI", o de la tabla 7.4.3 del libro de Rivva López.

<b>F'c</b>	<b>50</b>
<b>F'cr</b>	<b>120</b>

Para ser clasificado como un bloque para muros portantes, la normativa E 070 del RNE, nos indica una resistencia mínima de 50 kg/cm<sup>2</sup>

**3) PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO**

Se determina el porcentaje de aire atrapado utilizando el Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso, utilizando la tabla 02 de la hoja de excel "Tablas ACI" o la tabla 11.2.1 del libro de Rivva López.

<b>T.M.N</b>	<b>3/8"</b>
<b>% Aire Atrapado</b>	<b>3.00%</b>

**4) ASENTAMIENTO DE CONCRETO**

Se determina el asentamiento del concreto, utilizando la tabla 02 de la hoja de excel "Tablas ACI" o la tabla 11.2.1 del libro de Rivva López

Colocar del 0-6	Tipo de Estructura	Asentamiento
1	Zapatas y muros de cimentación reforzados	0-1

**5) CANTIDAD DE AGUA**

Se determina la cantidad de agua, utilizando la tabla 03 de la hoja de excel "Tablas ACI" o la tabla 10.2.1 del libro de Rivva López o el 10.2.2 del mismo

T.M.N	Asentamiento	Cantidad de agua
3/8"	1"	207 lts

**6)RELACIÓN AGUA/CEMENTO**

Se determina la relación agua-cemento , utilizando la tabla 04 de la hoja de excel "Tablas ACI" a partir de la Resistencia De Diseño Requerido y % de aire atrapado o la tabla 12.2.2 del libro de Rivva López, 12.2.3,12.2.4 o 12.2.5 del mismo o utilizar el valor que se requiera.

F'cr	%Aire Atrapado	R. A/C
120	3.00%	0.866

**7)CANTIDAD DE CEMENTO**

Se determina la cantidad de cemento , a partir de la relación agua cemento y la cantidad de agua .

R. A/C	Cantidad de agua	Cemento
0.87	207 lts	239.03 Kg

**8)PESO DEL AGREGADO GRUESO**

T.M.N	Módulo de fineza	b/b0	Peso Agregado Grueso
3/8"	2.86	0.45	709.70 Kg

**9)CANTIDADES DE LOS COMPONENTES DE CONCRETO POR M3**

Cemento	Agua	Aire	Agregado Grueso	Agregado Fino	Peso Agregado Fino
0.076 m3	0.207 m3	0.030 m3	0.270 m3	0.417 m3	1070.905 Kg

Cemento	Agua	Aire	Agregado Grueso	Agregado Fino	Plástico R.E.
0.076 m3	0.207 m3	0.030 m3	0.257 m3	0.417 m3	0.014 m3

**10)PESO DE LOS COMPONENTES DE CONCRETO EN CONDICIONES SECAS**

Componente	Peso
Cemento	239.03 Kg
Agua	207 lts
Aire	3.00%
Agregado Grueso	674.22 Kg
Agregado Fino	1070.905 Kg
Plástico R.E.	14.324 Kg

**11)CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Componente	Peso Seco	Humedad	Peso Condición Húmeda
Agregado Grueso	674.22	0.40%	676.916 Kg
Agregado Fino	1070.91	1.11%	1082.792 Kg
Plástico R.E.	14.32	0.00%	14.324 Kg

**12)AGUA EFECTIVA**

	Absorción	Humedad	Peso Seco	Aporte de agua
A.Grueso	1.21%	0.40%	674.22 Kg	-5.46 lts
A. Fino	0.82%	1.11%	1070.905 Kg	3.11 lts
Plástico R.E.	0.00%	0.00%	14.324 Kg	0.00 lts
				<b>-2.36 lts</b>

Agua=	207 lts
Aporte=	-2.36 lts
Agua Efectiva=	209 lts

**13)PROPORCIONES DE DISEÑO EN PESO**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
239.03 Kg	676.92 Kg	1082.79 Kg	209 lts	14.32 Kg

**PESO:**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
1	2.83	4.53	37.22 lts	0.06

**14) PROPORCIONES DE DISEÑO EN VOLUMEN****14.1) MATERIALES POR TANDA**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
42.50 Kg/bls	120.36 Kg/bls	192.52 Kg/bls	37.22 lts/bls	2.55 Kg/bls

**14.2) PESOS UNITARIOS HÚMEDOS**

	Peso Unitario Suelto Seco	Humedad	Pesos Unitarios Húmedos	Pesos Unitarios Húmedos Pie3
Agregado Grueso	1416.80 Kg/m <sup>3</sup>	0.40%	1422.47 Kg/m <sup>3</sup>	40.27 Kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	1514.80 Kg/m <sup>3</sup>	1.11%	1531.61 Kg/m <sup>3</sup>	43.36 Kg/pie <sup>3</sup>
Plástico R.E.	584.36 Kg/m <sup>3</sup>	0.00%	584.36 Kg/m <sup>3</sup>	16.54 Kg/pie <sup>3</sup>

**14.3) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
42.50 Kg	120.36 Kg	192.52 Kg	37.22 lts	2.55 Kg/bls

**VOLUMEN:**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
1	2.99	4.44	37.22 lts	0.15

**15) PROPORCIONES FINALES EN PESO Y VOLUMEN****PESO:**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
1	2.83	4.53	37.22 lts	0.06

**VOLUMEN:**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
1	2.99	4.44	37.22 lts	0.15

*Anexo 3: Diseño de mezcla de bloques con 10% de reemplazo.*



**Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Civil Ambiental**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES**

**Tesis:** Analisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plásticos de residuos electrónicos

**Tesista:** Lara Tineo Jhon Smith

**Ensayo:** Diseño de Mezcla ACI-211

**1) DATOS DE LOS AGREGADOS PARA EL DISEÑO**

	A. Grueso (Cantera Tres Tomas)	A. fino (Cantera Patapo)	Plastico HIPS (Residuos electrónicos)
<b>Tamaño máximo nominal</b>	3/8"	-	3/8*
<b>Peso Unitario suelto seco</b>	1.417 g/cm <sup>3</sup>	1.515 g/cm <sup>3</sup>	0.535 g/cm <sup>3</sup>
<b>Peso Unitario compactado seco</b>	1.563 g/cm <sup>3</sup>	1.750 g/cm <sup>3</sup>	0.584 g/cm <sup>3</sup>
<b>Peso específico de masa seco</b>	2.63 g/cm <sup>3</sup>	2.57 g/cm <sup>3</sup>	1.06 g/cm <sup>3</sup>
<b>Contenido de humedad</b>	0.40%	1.11%	0.0%
<b>Contenido de absorción</b>	1.21%	0.82%	0.0%
<b>Módulo de fineza</b>		2.86	
<b>Peso Especifico cemento (Tipo 1)</b>	3.15 g/cm <sup>3</sup>		

**2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (F'cr)**

Utilizando la tabla 08 de la hoja de excel "Tablas ACI", o de la tabla 7.4.3 del libro de Rivva López.

<b>F'c</b>	<b>50</b>
<b>F'cr</b>	<b>120</b>

Para ser clasificado como un bloque para muros portantes, la normativa E 070 del RNE, nos indica una resistencia mínima de 50 kg/cm<sup>2</sup>

**3) PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO**

Se determina el porcentaje de aire atrapado utilizando el Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso, utilizando la tabla 02 de la hoja de excel "Tablas ACI" o la tabla 11.2.1 del libro de Rivva López.

<b>T.M.N</b>	<b>3/8"</b>
<b>% Aire Atrapado</b>	<b>3.00%</b>

**4) ASENTAMIENTO DE CONCRETO**

Se determina el asentamiento del concreto, utilizando la tabla 02 de la hoja de excel "Tablas ACI" o la tabla 11.2.1 del libro de Rivva López

Colocar del 0-6	Tipo de Estructura	Asentamiento
1	Zapatas y muros de cimentación reforzados	0-1

**5) CANTIDAD DE AGUA**

Se determina la cantidad de agua, utilizando la tabla 03 de la hoja de excel "Tablas ACI" o la tabla 10.2.1 del libro de Rivva López o el 10.2.2 del mismo

T.M.N	Asentamiento	Cantidad de agua
3/8"	1"	207 lts

**6)RELACIÓN AGUA/CEMENTO**

Se determina la relación agua-cemento , utilizando la tabla 04 de la hoja de excel "Tablas ACT" a partir de la Resistencia De Diseño Requerido y % de aire atrapado o la tabla 12.2.2 del libro de Rivva López, 12.2.3,12.2.4 o 12.2.5 del mismo o utilizar el valor que se requiera.

F'cr	%Aire Atrapado	R. A/C
120	3.00%	0.866

**7)CANTIDAD DE CEMENTO**

Se determina la cantidad de cemento , a partir de la relación agua cemento y la cantidad de agua .

R. A/C	Cantidad de agua	Cemento
0.87	207 lts	239.03 Kg

**8)PESO DEL AGREGADO GRUESO**

T.M.N	Módulo de fineza	b/b0	Peso Agregado Grueso
3/8"	2.86	0.45	709.70 Kg

**9)CANTIDADES DE LOS COMPONENTES DE CONCRETO POR M3**

Cemento	Agua	Aire	Agregado Grueso	Agregado Fino	Peso Agregado Fino
0.076 m3	0.207 m3	0.030 m3	0.270 m3	0.417 m3	1070.905 Kg

Cemento	Agua	Aire	Agregado Grueso	Agregado Fino	Plástico R.E.
0.076 m3	0.207 m3	0.030 m3	0.243 m3	0.417 m3	0.027 m3

**10)PESO DE LOS COMPONENTES DE CONCRETO EN CONDICIONES SECAS**

Componente	Peso
Cemento	239.03 Kg
Agua	207 lts
Aire	3.00%
Agregado Grueso	638.73 Kg
Agregado Fino	1070.905 Kg
Plástico R.E.	28.648 Kg

**11)CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Componente	Peso Seco	Humedad	Peso Condición Húmeda
Agregado Grueso	638.73	0.40%	641.289 Kg
Agregado Fino	1070.91	1.11%	1082.792 Kg
Plástico R.E.	28.65	0.00%	28.648 Kg

**12)AGUA EFECTIVA**

	Absorción	Humedad	Peso Seco	Aporte de agua
A.Grueso	1.21%	0.40%	638.73 Kg	-5.17 lts
A. Fino	0.82%	1.11%	1070.905 Kg	3.11 lts
Plástico R.E.	0.00%	0.00%	28.648 Kg	0.00 lts
				-2.07 lts

Agua=	207 lts
Aporte=	-2.07 lts
Agua Efectiva=	209 lts

**13)PROPORCIONES DE DISEÑO EN PESO**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
239.03 Kg	641.29 Kg	1082.79 Kg	209 lts	28.65 Kg

**PESO:**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
1	2.68	4.53	37.17 lts	0.12

**14) PROPORCIONES DE DISEÑO EN VOLUMEN****14.1) MATERIALES POR TANDA**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
42.50 Kg/bls	114.02 Kg/bls	192.52 Kg/bls	37.17 lts/bls	5.09 Kg/bls

**14.2) PESOS UNITARIOS HÚMEDOS**

	Peso Unitario Suelto Seco	Humedad	Pesos Unitarios Húmedos	Pesos Unitarios Húmedos Pie3
Agregado Grueso	1416.80 Kg/m3	0.40%	1422.47 Kg/m3	40.27 Kg/pie3
Agregado Fino	1514.80 Kg/m3	1.11%	1531.61 Kg/m3	43.36 Kg/pie3
Plástico R.E.	584.36 Kg/m3	0.00%	584.36 Kg/m3	16.54 Kg/pie3

**14.3) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
42.50 Kg	114.02 Kg	192.52 Kg	37.17 lts	5.09 Kg/bls

**VOLUMEN:**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
1	2.83	4.44	37.17 lts	0.31

**15) PROPORCIONES FINALES EN PESO Y VOLUMEN****PESO:**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
1	2.68	4.53	37.17 lts	0.12

**VOLUMEN:**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
1	2.83	4.44	37.17 lts	0.31

Anexo 4: Diseño de mezcla de bloques con 15% de reemplazo.



**Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Civil Ambiental**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES**

**Tesis:** Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plásticos de residuos electrónicos

**Tesista:** Lara Tineo Jhon Smith

**Ensayo:** Diseño de Mezcla ACI-211

**1) DATOS DE LOS AGREGADOS PARA EL DISEÑO**

	A. Grueso (Cantera Tres Tomas)	A. fino (Cantera Patapo)	Plastico HIPS (Residuos electrónicos)
Tamaño máximo nominal	3/8"	-	3/8"
Peso Unitario suelto seco	1.417 g/cm <sup>3</sup>	1.515 g/cm <sup>3</sup>	0.535 g/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario compactado seco	1.563 g/cm <sup>3</sup>	1.750 g/cm <sup>3</sup>	0.584 g/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa seco	2.63 g/cm <sup>3</sup>	2.57 g/cm <sup>3</sup>	1.06 g/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad	0.40%	1.11%	0.0%
Contenido de absorción	1.21%	0.82%	0.0%
Módulo de fineza		2.86	
Peso Específico cemento (Tipo 1)	3.15 g/cm <sup>3</sup>		

**2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (F'cr)**

Utilizando la tabla 08 de la hoja de excel "Tablas ACI", o de la tabla 7.4.3 del libro de Rivva López.

F'c	50
F'cr	120

Para ser clasificado como un bloque para muros portantes, la normativa E 070 del RNE, nos indica una resistencia mínima de 50 kg/cm<sup>2</sup>

**3) PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO**

Se determina el porcentaje de aire atrapado utilizando el Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso, utilizando la tabla 02 de la hoja de excel "Tablas ACI" o la tabla 11.2.1 del libro de Rivva López.

T.M.N	3/8"
% Aire Atrapado	3.00%

**4) ASENTAMIENTO DE CONCRETO**

Se determina el asentamiento del concreto, utilizando la tabla 02 de la hoja de excel "Tablas ACI" o la tabla 11.2.1 del libro de Rivva López

Colocar del 0-6	Tipo de Estructura	Asentamiento
1	Zapatas y muros de cimentación reforzados	0-1

**5) CANTIDAD DE AGUA**

Se determina la cantidad de agua, utilizando la tabla 03 de la hoja de excel "Tablas ACI" o la tabla 10.2.1 del libro de Rivva López o el 10.2.2 del mismo

T.M.N	Asentamiento	Cantidad de agua
3/8"	1"	207 lts

**6)RELACIÓN AGUA/CEMENTO**

Se determina la relación agua-cemento , utilizando la tabla 04 de la hoja de excel "Tablas ACT" a partir de la Resistencia De Diseño Requerido y % de aire atrapado o la tabla 12.2.2 del libro de Rivva López, 12.2.3,12.2.4 o 12.2.5 del mismo o utilizar el valor que se requiera.

F'cr	%Aire Atrapado	R. A/C
120	3.00%	0.866

**7)CANTIDAD DE CEMENTO**

Se determina la cantidad de cemento , a partir de la relación agua cemento y la cantidad de agua .

R. A/C	Cantidad de agua	Cemento
0.87	207 lts	239.03 Kg

**8)PESO DEL AGREGADO GRUESO**

T.M.N	Módulo de fineza	b/b0	Peso Agregado Grueso
3/8"	2.86	0.45	709.70 Kg

**9)CANTIDADES DE LOS COMPONENTES DE CONCRETO POR M3**

Cemento	Agua	Aire	Agregado Grueso	Agregado Fino	Peso Agregado Fino
0.076 m3	0.207 m3	0.030 m3	0.270 m3	0.417 m3	1070.905 Kg

Cemento	Agua	Aire	Agregado Grueso	Agregado Fino	Plástico R.E.
0.076 m3	0.207 m3	0.030 m3	0.230 m3	0.417 m3	0.041 m3

**10)PESO DE LOS COMPONENTES DE CONCRETO EN CONDICIONES SECAS**

Componente	Peso
Cemento	239.03 Kg
Agua	207 lts
Aire	3.00%
Agregado Grueso	603.25 Kg
Agregado Fino	1070.905 Kg
Plástico R.E.	42.971 Kg

**11)CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Componente	Peso Seco	Humedad	Peso Condición Húmeda
Agregado Grueso	603.25	0.40%	605.662 Kg
Agregado Fino	1070.91	1.11%	1082.792 Kg
Plástico R.E.	42.97	0.00%	42.971 Kg

**12)AGUA EFECTIVA**

	Absorción	Humedad	Peso Seco	Aporte de agua
A.Grueso	1.21%	0.40%	603.25 Kg	-4.89 lts
A. Fino	0.82%	1.11%	1070.905 Kg	3.11 lts
Plástico R.E.	0.00%	0.00%	42.971 Kg	0.00 lts
				<b>-1.78 lts</b>

Agua=	207 lts
Aporte=	-1.78 lts
Agua Efectiva=	<b>209 lts</b>

**13)PROPORCIONES DE DISEÑO EN PESO**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
239.03 Kg	605.66 Kg	1082.79 Kg	209 lts	42.97 Kg

**PESO:**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
1	2.53	4.53	37.12 lts	0.18

**14) PROPORCIONES DE DISEÑO EN VOLUMEN****14.1) MATERIALES POR TANDA**

Cemento	A.Gruoso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
42.50 Kg/bls	107.69 Kg/bls	192.52 Kg/bls	37.12 lts/bls	7.64 Kg/bls

**14.2) PESOS UNITARIOS HÚMEDOS**

	Peso Unitario Suelto Seco	Humedad	Pesos Unitarios Húmedos	Pesos Unitarios Húmedos Pie3
Agregado Grueso	1416.80 Kg/m3	0.40%	1422.47 Kg/m3	40.27 Kg/pie3
Agregado Fino	1514.80 Kg/m3	1.11%	1531.61 Kg/m3	43.36 Kg/pie3
Plástico R.E.	584.36 Kg/m3	0.00%	584.36 Kg/m3	16.54 Kg/pie3

**14.3) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN**

Cemento	A.Gruoso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
42.50 Kg	107.69 Kg	192.52 Kg	37.12 lts	7.64 Kg/bls

**VOLUMEN:**

Cemento	A.Gruoso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
1	2.67	4.44	37.12 lts	0.46

**15) PROPORCIONES FINALES EN PESO Y VOLUMEN****PESO:**

Cemento	A.Gruoso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
1	2.53	4.53	37.12 lts	0.18

**VOLUMEN:**

Cemento	A.Gruoso	A.Fino	Agua	Plástico R.E.
1	2.67	4.44	37.12 lts	0.46

Anexo 5: Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
 Ubicación : Chiclayo  
 Fecha : 19 de Abril del 2023

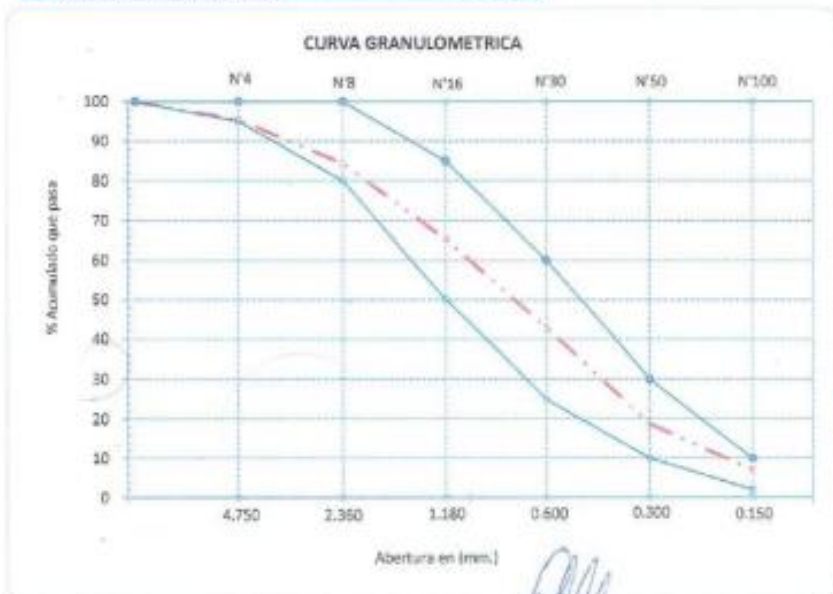
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Patapo - La Victoria

P. Inicial S. 500.00

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)					100	100
3/8"	9.500	0.00 g	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	22.60 g	4.5	4.5	95.5	95	100
Nº 08	2.360	55.40 g	11.1	15.6	84.4	80	100
Nº 16	1.180	95.21 g	19.0	34.6	65.4	50	85
Nº 30	0.600	112.25 g	22.5	57.1	42.9	25	60
Nº 50	0.300	120.36 g	24.1	81.2	18.8	10	30
Nº 100	0.150	59.22 g	11.8	93.0	7.0	2	10
Nº 200	0.075	25.12 g	5.0	98.0	2.0	2	10
Fondo		9.84 g	2.0	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.860			
Abertura de malla de referencia				Nº 04			



*Riundohegra Jhilitas Aents*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



## Anexo 6: Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

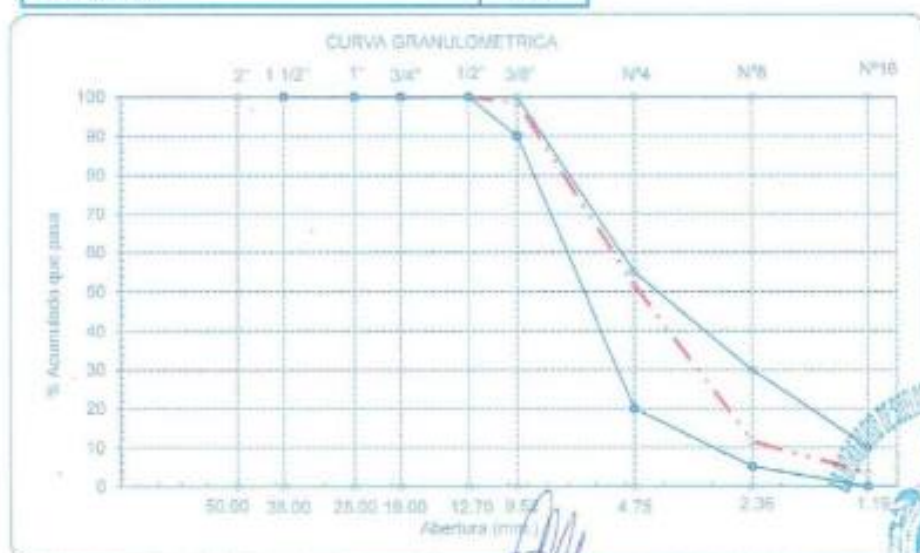


Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 21 de Abril del 2023

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso  
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Tres tomas - Ferreñafe

Malla		Paso Ret.	(% Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.52	13.2	1.3	1.3	98.7	90.0	100.0
Nº 04	4.75	470.150	47.0	48.3	51.7	20.0	55.0
Nº 08	2.35	400.7	40.1	88.4	11.6	5.0	30.0
Nº 16	1.19	82.9	8.3	96.7	3.3	0.0	10.0
Nº 30	0.60	12.0	1.2	97.9	2.1	0.0	5.0
Nº 50	0.30	4.2	0.4	98.3	1.7	0.0	5.0
Fondo		16.9	1.7	100.0	0.0		
Tamaño Máximo			1/2"	12.70			
Tamaño Máximo Nominal			3/8"	9.52			
Módulo de Fineza					4.309		



Rivaroberto Jilias Jenes  
TECNICO DE LABORATORIO



### Anexo 7: Análisis granulométrico por tamizado del plástico electrónico



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



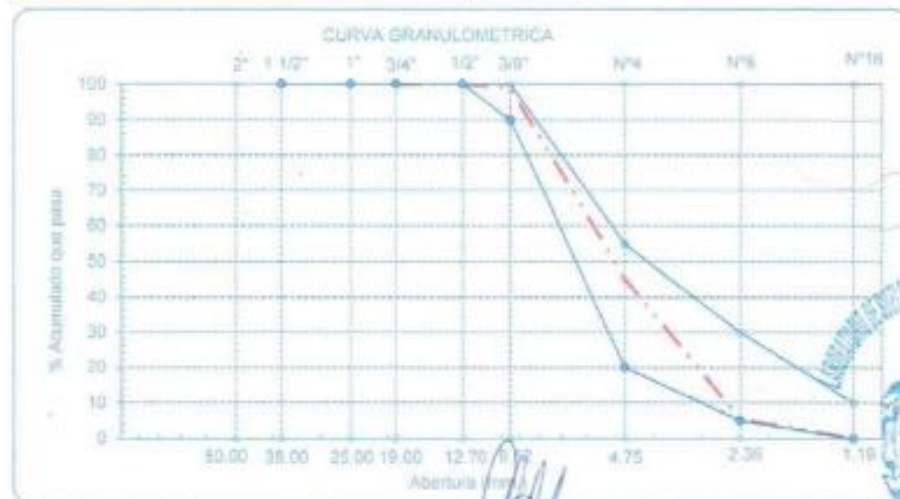
Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 12 de Mayo del 2023

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso  
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Material : Plástico de residuos electrónicos triturado.

P. Inicial S. 1000

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.52	9.3	0.9	0.9	99.1	90.0	100.0
Nº 04	4.75	538.100	53.8	54.7	45.3	20.0	55.0
Nº 08	2.35	398.9	39.9	94.6	5.4	5.0	30.0
Nº 16	1.19	52.7	5.3	99.9	0.1	0.0	10.0
Nº 30	0.60	0.9	0.1	100.0	0.0	0.0	5.0
Nº 50	0.30	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	5.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0		
Tamaño Máximo			1/2"	12.70			
Tamaño Máximo Nominal			3/8"	9.52			
Módulo de Finexa				4.502			



Rosa de María Jblitas Ferris  
TÉCNICO DE LABORATORIO

TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 8: Peso unitario del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 21 de Abril del 2023

**Ensayo** : Peso unitario del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Patapo - La Victoria

**1.- PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>18025</b>	<b>18013</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9898.0	9898.0
3.- Peso del material		8127	8115
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1531.85	
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1515.01</b>	

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>19274</b>	<b>19281</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9898.0	9898.0
3.- Peso del material		9376	9383
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1769.24	
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1749.79</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino

**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

**C.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>500.00</b>	<b>500.00</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	494.49	494.52
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.00	0.00
D.- Contenido de humedad	(%)	<b>1.11</b>	<b>1.11</b>
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.11</b>	

*Rivindencia Juntas Juntas*  
TECNICO DE LABORATORIO



*Anexo 9: Peso unitario del agregado grueso*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 24 de Abril del 2023

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso  
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Tres tomas - Ferreñafe

**A.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>17529</b>	<b>17534</b>	<b>17539</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9993.0	9993.0	9993.0
3.- Peso del material		7536	7541	7546
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1422.44		
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1416.80</b>		

**B.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>18305</b>	<b>18317</b>	<b>18318</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9993.0	9993.0	9993.0
3.- Peso del material		8312.0	8324.0	8325.0
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1569.45		
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1563.23</b>		

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso  
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

**C.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>1000</b>	<b>1000</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>996.02</b>	<b>996.05</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.00	0.00
D.- Contenido de humedad	(%)	0.40	0.40
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.40</b>	

*Rundeneira Jollita Jents*  
TÉCNICO DE LABORATORIO



Anexo 10: Peso unitario del plástico de residuos electrónicos



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 17 de Mayo del 2023

Ensayo : Peso unitario del plástico de residuos electrónicos  
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Material : Plástico de residuos electrónicos triturado

**A.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>12972</b>	<b>12980</b>	<b>12970</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10140.0	10140.0	10140.0
3.- Peso del material		2832	2840	2830
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	534.57		
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>534.56</b>		

**B.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>13236</b>	<b>13242</b>	<b>13236</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10140.0	10140.0	10140.0
3.- Peso del material		3096.0	3102.0	3096.0
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	584.37		
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>584.36</b>		

Ensayo : Contenido de humedad del plástico de residuos electrónicos  
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

**C.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>1000</b>	<b>1000</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>999.98</b>	<b>999.97</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.00	0.00
D.- Contenido de humedad	(%)	0.00	0.00
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.00</b>	

  
RIVERA ARROYO ADILAS JHON  
TECNICO DE LABORATORIO



Anexo 11: Peso específico y Absorción del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 25 de abril del 2023

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino  
Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Patapo - La Victoria

**I.- PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO**

1.- Peso de la muestra Sat Sup Seca	(g)	<b>500.0</b>	<b>500.0</b>
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	<b>947.2</b>	<b>947.2</b>
3.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	640.3	640.3
4.- Peso del Agua	(g)	307.0	307.0
5.- Peso del Frasco	(g)	<b>140.25</b>	<b>140.25</b>
6.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	636.17	636.17
7.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	<b>495.92</b>	<b>495.92</b>
<	(g)	500	500

**II.- RESULTADOS DE PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.569</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.591
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.625
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.82</b>

  
Residencia Jhonas Ferris  
TECNICO DE LABORATORIO



*Anexo 12: Peso específico y Absorción del agregado grueso*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 25 de abril del 2023

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso  
Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera : Tres tomas - Ferreñafe

**I.- PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO**

1.- Peso de la muestra Sat Sup Seca	(g)	<b>500.0</b>	<b>500.0</b>
2.- Peso de Agreg. Seco + Peso Matraz + Peso del agua	(g)	<b>954.0</b>	<b>955.0</b>
3.- Peso de Agreg. Sup Seco + Peso Frasco	(g)	642.2	642.2
4.- Peso del Agua	(g)	311.8	311.9
5. Peso del Matraz	(g)	<b>142.2</b>	<b>142.2</b>
6.- Peso de la arena secada al horno	(g)	494.0	494.0
7.- Peso de la arena secada al horno + Peso de la tara	(g)	<b>562.6</b>	<b>562.6</b>
8.- Peso de la tara	(g)	68.6	68.6
	(g)	<b>500.0</b>	<b>500.0</b>

**II.- RESULTADOS PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO**

A.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.626</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.658
C.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.712
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>1.21</b>

*[Handwritten signature]*  
Rivendel Alvarado Jentes  
TECNICO DE LABORATORIO



Anexo 13: Peso específico y Absorción de plástico electrónico



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 16 de Mayo del 2023

Ensayo : Peso específico y Absorción  
Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Material : Plástico de residuos electrónicos triturado HIPS

**I.- PESO ESPECÍFICO DEL PLÁSTICO ELECTRÓNICO TRITURADO**

1.- Peso de la muestra Sat Sup Seca	(g)	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	<b>679.9</b>	<b>679.9</b>
3.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	274.8	274.8
4.- Peso del Agua	(g)	405.1	405.1
5.- Peso del Frasco	(g)	<b>174.84</b>	<b>174.84</b>
6.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	274.84	274.84
7.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<	(g)	500	500

**II.- RESULTADOS DE PESO ESPECÍFICO DEL PLÁSTICO ELECTRÓNICO TRITURADO**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.05</b>
B.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.00</b>

*[Handwritten signature]*  
Rivendene Jhon Smith  
TÉCNICO DE LABORATORIO



Anexo 14: Contenido de humedad de los agregados



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 16 de mayo del 2023

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

**Cantera: Patapo - La Victoria**

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500.00	500.00
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	494.49	494.52
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.11	1.11
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.11</b>	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

**Cantera: Tres Tomas**

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000.00	1000.00
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	996.02	996.05
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.40	0.40
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.40</b>	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

**Material: Plástico de residuos electrónicos -HIPS**

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	999.98	999.97
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.00	0.00
D.- Contenido de humedad	(%)	0.00	0.00
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.00</b>	

Rianderson Jhonas Ferris  
TECNICO DE LABORATORIO





*Anexo 16: Medida del tamaño-Bloque 5% plástico electrónico*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 26 de mayo del 2023

Ensayo : Medida del tamaño

Referencia : NTP 399.613:2017. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo de arcilla usados en albañilería

Muestra N°	Descripción de la muestra	Medidas del tamaño		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
1	BL - 01. Bloque 5% plástico electrónico	387	120	186
2	BL - 02. Bloque 5% plástico electrónico	390	118	189
3	BL - 03. Bloque 5% plástico electrónico	385	119	191
4	BL - 04. Bloque 5% plástico electrónico	388	121	187
5	BL - 05. Bloque 5% plástico electrónico	389	120	190
6	BL - 06. Bloque 5% plástico electrónico	386	120	185
7	BL - 07. Bloque 5% plástico electrónico	385	118	189
8	BL - 08. Bloque 5% plástico electrónico	385	119	186
9	BL - 09. Bloque 5% plástico electrónico	389	117	186
10	BL - 10. Bloque 5% plástico electrónico	385	120	185

NOTA 1: Según norma se debe ensayar como mínimo diez especímenes

**OBSERVACIONES:**

-Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante

*[Handwritten signature]*  
RIVERA, JUAN CARLOS  
TECNICO DE LABORATORIO



*Anexo 17: Medida del tamaño-Bloque 10% plástico electrónico*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 30 de mayo del 2023

Ensayo : Medida del tamaño

Referencia : NTP 399.613:2017. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo de arcilla usados en albañilería

Muestra N°	Descripción de la muestra	Medidas del tamaño		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
1	BL - 01. Bloque 10% plástico electrónico	389	121	185
2	BL - 02. Bloque 10% plástico electrónico	387	118	188
3	BL - 03. Bloque 10% plástico electrónico	386	119	188
4	BL - 04. Bloque 10% plástico electrónico	385	118	188
5	BL - 05. Bloque 10% plástico electrónico	384	119	189
6	BL - 06. Bloque 10% plástico electrónico	390	117	187
7	BL - 07. Bloque 10% plástico electrónico	388	120	188
8	BL - 08. Bloque 10% plástico electrónico	388	120	186
9	BL - 09. Bloque 10% plástico electrónico	385	119	184
10	BL - 10. Bloque 10% plástico electrónico	384	117	187

NOTA 1: Según norma se debe ensayar como mínimo diez especímenes

**OBSERVACIONES:**

-Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante

  
Ricardo de Venitas Ferris  
TÉCNICO DE LABORATORIO



*Anexo 18: Medida del tamaño-Bloque 15% plástico electrónico*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos.  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 31 de mayo del 2023

Ensayo : Medida del tamaño

Referencia : NTP 399.613:2017. UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo de arcilla usados en albañilería

Muestra N°	Descripción de la muestra	Medidas del tamaño		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
1	BL - 01. Bloque 15% plástico electrónico	386	116	187
2	BL - 02. Bloque 15% plástico electrónico	385	118	188
3	BL - 03. Bloque 15% plástico electrónico	386	118	189
4	BL - 04. Bloque 15% plástico electrónico	386	120	187
5	BL - 05. Bloque 15% plástico electrónico	384	119	189
6	BL - 06. Bloque 15% plástico electrónico	388	118	186
7	BL - 07. Bloque 15% plástico electrónico	390	120	187
8	BL - 08. Bloque 15% plástico electrónico	385	120	187
9	BL - 09. Bloque 15% plástico electrónico	384	119	184
10	BL - 10. Bloque 15% plástico electrónico	386	118	185

NOTA 1: Según norma se debe ensayar como mínimo diez especímenes

**OBSERVACIONES:**

-Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante

  
Rivaldo Efra Joritos Joritos  
TÉCNICO DE LABORATORIO



Anexo 19: Alabeo en bloques de concreto-Bloque patrón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 25 de mayo del 2023

Ensayo : Alabeo en bloques de concreto

Referencia : NTP 399.613:2017. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo de arcilla usados en albañilería

Muestra N°	Descripción de la muestra	Superficie concava (mm)		Superficie convexa (mm)	
		Superior	Inferior	Superior	Inferior
1	BL - 01. Bloque patrón	2.14	0.00	0.00	1.21
2	BL - 02. Bloque patrón	0.00	2.15	0.00	2.12
3	BL - 03. Bloque patrón	3.25	2.02	0.00	0.00
4	BL - 04. Bloque patrón	1.52	0.00	0.00	0.00
5	BL - 05. Bloque patrón	1.12	0.00	0.00	0.00
6	BL - 06. Bloque patrón	0.00	1.26	1.23	0.00
7	BL - 07. Bloque patrón	0.00	0.00	1.05	2.35
8	BL - 08. Bloque patrón	2.23	0.00	0.00	2.56
9	BL - 09. Bloque patrón	0.00	2.13	0.00	1.41
10	BL - 10. Bloque patrón	2.14	1.12	0.00	0.00

NOTA 1: Según norma se debe ensayar como mínimo diez especímenes

OBSERVACIONES:

-Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante

  
Rina de la Cruz  
TÉCNICO DE LABORATORIO



*Anexo 20: Alabeo en bloques de concreto-Bloque 5% plástico electrónico*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 26 de mayo del 2023

Ensayo : Alabeo en bloques de concreto

Referencia : NTP 399.613:2017. UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo de arcilla usados en albañilería

Muestra N°	Descripción de la muestra	Superficie concava (mm)		Superficie convexa (mm)	
		Superior	Inferior	Superior	Inferior
1	BL - 01. Bloque 5% plástico electrónico	1.01	0.00	0.00	1.12
2	BL - 02. Bloque 5% plástico electrónico	0.00	1.91	3.14	0.00
3	BL - 03. Bloque 5% plástico electrónico	2.02	1.26	0.00	0.00
4	BL - 04. Bloque 5% plástico electrónico	0.00	0.00	2.13	2.13
5	BL - 05. Bloque 5% plástico electrónico	3.15	0.00	0.00	2.14
6	BL - 06. Bloque 5% plástico electrónico	0.00	2.12	2.05	0.00
7	BL - 07. Bloque 5% plástico electrónico	2.33	1.35	0.00	0.00
8	BL - 08. Bloque 5% plástico electrónico	1.92	0.00	0.00	1.12
9	BL - 09. Bloque 5% plástico electrónico	0.00	0.00	1.13	2.12
10	BL - 10. Bloque 5% plástico electrónico	0.00	2.19	2.05	0.00

NOTA 1: Según norma se debe ensayar como mínimo diez especímenes

**OBSERVACIONES:**

-Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante

  
Ricardo Jhon Smith  
TECNICO DE LABORATORIO



Anexo 21: Alabeo en bloques de concreto-Bloque 10% plástico electrónico



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 30 de mayo del 2023

Ensayo : Alabeo en bloques de concreto

Referencia : NTP 399.613:2017. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo de arcilla usados en albañilería

Muestra N°	Descripción de la muestra	Superficie concava (mm)		Superficie convexa (mm)	
		Superior	Inferior	Superior	Inferior
1	BL - 01. Bloque 10% plástico electrónico	0.00	1.21	3.14	0.00
2	BL - 02. Bloque 10% plástico electrónico	2.11	0.00	0.00	2.14
3	BL - 03. Bloque 10% plástico electrónico	0.00	0.00	3.12	2.25
4	BL - 04. Bloque 10% plástico electrónico	3.14	2.14	0.00	0.00
5	BL - 05. Bloque 10% plástico electrónico	0.00	2.23	2.14	0.00
6	BL - 06. Bloque 10% plástico electrónico	0.00	2.12	2.22	0.00
7	BL - 07. Bloque 10% plástico electrónico	2.23	0.00	0.00	2.14
8	BL - 08. Bloque 10% plástico electrónico	2.34	0.00	0.00	2.10
9	BL - 09. Bloque 10% plástico electrónico	0.00	0.00	2.10	2.21
10	BL - 10. Bloque 10% plástico electrónico	3.11	2.11	0.00	0.00

NOTA 1: Según norma se debe ensayar como mínimo diez especímenes

OBSERVACIONES:

-Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante

Riudenegra Jhonas Tello  
TECNICO DE LABORATORIO



*Anexo 22: Alabeo en bloques de concreto-Bloque 15% plástico electrónico*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 31 de mayo del 2023.

Ensayo : Alabeo en bloques de concreto.

Referencia : NTP 399.613:2017. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo de arcilla usados en albañilería

Muestra N°	Descripción de la muestra	Superficie concava (mm)		Superficie convexa (mm)	
		Superior	Inferior	Superior	Inferior
1	BL - 01. Bloque 15% plástico electrónico	0.00	3.12	0.00	0.00
2	BL - 02. Bloque 15% plástico electrónico	0.00	0.00	2.12	2.12
3	BL - 03. Bloque 15% plástico electrónico	0.00	2.16	2.11	0.00
4	BL - 04. Bloque 15% plástico electrónico	3.15	0.00	0.00	0.00
5	BL - 05. Bloque 15% plástico electrónico	0.00	3.24	0.00	0.00
6	BL - 06. Bloque 15% plástico electrónico	0.00	2.11	2.43	0.00
7	BL - 07. Bloque 15% plástico electrónico	2.15	0.00	0.00	2.31
8	BL - 08. Bloque 15% plástico electrónico	2.13	0.00	0.00	2.34
9	BL - 09. Bloque 15% plástico electrónico	0.00	2.24	3.14	0.00
10	BL - 10. Bloque 15% plástico electrónico	1.26	0.00	2.22	0.00

NOTA 1: Según norma se debe ensayar como mínimo diez especímenes

**OBSERVACIONES:**

-Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante

*Rivero Mayra Jhonas Jenty*  
TECNICO DE LABORATORIO



*Anexo 23: Absorción-Bloque patrón*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 2 de junio del 2023

Ensayo : Absorción

Referencia : NTP 399.604:2002. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo usados en albañilería de concreto

Muestra N°	Descripción de la muestra	P1 (g)	P2 (g)	Absorción (%)
1	BL - 01. Bloque patrón	12520	11820	5.92%
2	BL - 02. Bloque patrón	12430	11710	6.15%
3	BL - 03. Bloque patrón	12520	11810	6.01%

DONDE:

- P1: Peso saturado del espécimen
- P2: Peso seco al horno del espécimen

NOTA 1: Según norma se debe ensayar como mínimo tres especímenes

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante

  
Ricardo Jhon Jaitas Ferris  
TÉCNICO DE LABORATORIO



*Anexo 24: Absorción-Bloque 5% plástico electrónico*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 19 de junio del 2023

Ensayo : Absorción

Referencia : NTP 399.604:2002. UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo usados en albañilería de concreto

Muestra N°	Descripción de la muestra	P1 (g)	P2 (g)	Absorción (%)
1	BL - 01. Bloque 5% plástico electrónico	12280	11540	6.41%
2	BL - 02. Bloque 5% plástico electrónico	12250	11500	6.52%
3	BL - 03. Bloque 5% plástico electrónico	12290	11570	6.22%

DONDE:

- P1: Peso saturado del espécimen
- P2: Peso seco al horno del espécimen

NOTA 1: Según norma se debe ensayar como mínimo tres especímenes

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante

*[Firma manuscrita]*  
RIVINDIESTO, Jhonatas Ferris  
TÉCNICO DE LABORATORIO



*Anexo 25: Absorción-Bloque 10% plástico electrónico*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 23 de junio del 2023

Ensayo : Absorción

Referencia : NTP 399.604:2002. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo usados en albañilería de concreto

Muestra N°	Descripción de la muestra	P1 (g)	P2 (g)	Absorción (%)
1	BL - 01. Bloque 10% plástico electrónico	12210	11270	8.34%
2	BL - 02. Bloque 10% plástico electrónico	12220	11190	9.20%
3	BL - 03. Bloque 10% plástico electrónico	12250	11270	8.70%

DONDE:

- P1: Peso saturado del espécimen
- P2: Peso seco al horno del espécimen

NOTA 1: Según norma se debe ensayar como mínimo tres especímenes

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante

  
Raimundo Jhon Smith  
TÉCNICO DE LABORATORIO



*Anexo 26: Absorción- Bloque 15% plástico electrónico*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 27 de junio del 2023

Ensayo : Absorción

Referencia : NTP 399.604:2002. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo usados en albañilería de concreto

Muestra N°	Descripción de la muestra	P1 (g)	P2 (g)	Absorción (%)
1	BL - 01. Bloque 15% plástico electrónico	12000	10850	10.60%
2	BL - 02. Bloque 15% plástico electrónico	12060	10980	9.84%
3	BL - 03. Bloque 15% plástico electrónico	12080	10960	10.22%

DONDE:

- P1: Peso saturado del espécimen
- P2: Peso seco al horno del espécimen

NOTA 1: Según norma se debe ensayar como mínimo tres especímenes

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante

*Rivendeyca Jolitas Ferris*  
TECNICO DE LABORATORIO



## Anexo 27: Succión-Bloque patrón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 1 de junio del 2023

Ensayo : Succión

Referencia : NTP 399.613:2017. UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo de arcilla usados en albañilería

Muestra N°	Descripción de la muestra	P1 (g)	P2 (g)	Area (cm <sup>2</sup> )	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> -min)
1	BL - 01. Bloque patrón	11820	11850	546	10.99
2	BL - 02. Bloque patrón	11710	11740	546	10.99
3	BL - 03. Bloque patrón	11810	11840	546	10.99
4	BL - 04. Bloque patrón	11860	11880	546	7.33
5	BL - 05. Bloque patrón	11820	11860	546	14.65

DONDE:

- P1: Peso seco al horno del espécimen
- P2: Peso de la unidad luego de mantener en inmersión de 3mm

NOTA 1: Según norma se debe ensayar como mínimo cinco especímenes

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante

  
Raimundo Jhon Smith  
TÉCNICO DE LABORATORIO



*Anexo 28: Succión-Bloque 5% plástico electrónico*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 18 de junio del 2023

Ensayo : Succión

Referencia : NTP 399.613:2017, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo de arcilla usados en albañilería

Muestra N°	Descripción de la muestra	P1 (g)	P2 (g)	Area (cm <sup>2</sup> )	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> -min)
1	BL - 01. Bloque 5% plástico electrónico	11540	11580	546	14.65
2	BL - 02. Bloque 5% plástico electrónico	11500	11530	546	10.99
3	BL - 03. Bloque 5% plástico electrónico	11570	11610	546	14.65
4	BL - 04. Bloque 5% plástico electrónico	11620	11660	546	14.65
5	BL - 05. Bloque 5% plástico electrónico	11540	11570	546	10.99

DONDE:

- P1: Peso seco al horno del especimen
- P2: Peso de la unidad luego de mantener en inmersión de 3mm

NOTA 1: Según norma se debe ensayar como mínimo cinco especímenes

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante

  
Ricardo Víctor Torres Torres  
TÉCNICO DE LABORATORIO



*Anexo 29: Succión-Bloque 10% plástico electrónico*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 22 de junio del 2023

Ensayo : Succión

Referencia : NTP 399.613:2017. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo de arcilla usados en albañilería

Muestra N°	Descripción de la muestra	P1 (g)	P2 (g)	Area (cm <sup>2</sup> )	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> -min)
1	BL - 01. Bloque 10% plástico electrónico	11270	11320	546	18.32
2	BL - 02. Bloque 10% plástico electrónico	11190	11230	546	14.65
3	BL - 03. Bloque 10% plástico electrónico	11270	11310	546	14.65
4	BL - 04. Bloque 10% plástico electrónico	11320	11370	546	18.32
5	BL - 05. Bloque 10% plástico electrónico	11270	11310	546	14.65

DONDE:

-P1: Peso seco al horno del especimen

-P2: Peso de la unidad luego de mantener en inmersión de 3mm

NOTA 1: Según norma se debe ensayar como mínimo cinco especimenes

OBSERVACIONES:

-Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante

  
Ricardo Tito Jhuhan Ferris  
TECNICO DE LABORATORIO



Anexo 30: Succión-Bloque 15% plástico electrónico



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 26 de junio del 2023

Ensayo : Succión

Referencia : NTP 399.613:2017. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo de arcilla usados en albañilería

Muestra N°	Descripción de la muestra	P1 (g)	P2 (g)	Area (cm <sup>2</sup> )	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> -min)
1	BL - 01. Bloque 15% plástico electrónico	10850	10910	546	21.98
2	BL - 02. Bloque 15% plástico electrónico	10980	11050	546	25.64
3	BL - 03. Bloque 15% plástico electrónico	10960	11020	546	21.98
4	BL - 04. Bloque 15% plástico electrónico	10950	11010	546	21.98
5	BL - 05. Bloque 15% plástico electrónico	10870	10950	546	29.30

DONDE:

- P1: Peso seco al horno del especimen
- P2: Peso de la unidad luego de mantener en inmersión de 3mm

NOTA 1: Según norma se debe ensayar como mínimo cinco especímenes

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante

  
Ricardo J. Jiliberto Ferris  
TÉCNICO DE LABORATORIO



### Anexo 31: Resistencia a compresión-Bloque patrón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 15 de junio del 2023

Ensayo : Resistencia a compresión

Referencia : NTP 399.604-2002. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

Muestra N°	Descripción de la muestra	Fecha vaciado	Fecha ensayo	Edad (días)	Carga (Kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión	
							Mpa	kg/cm <sup>2</sup>
1	Bloque de concreto patrón	18/05/2023	25/05/2023	7	20130	468	4.22	43.01
2	Bloque de concreto patrón	18/05/2023	25/05/2023	7	17860	468	3.74	38.16
3	Bloque de concreto patrón	18/05/2023	25/05/2023	7	17210	468	3.61	36.77
4	Bloque de concreto patrón	18/05/2023	01/06/2023	14	24370	468	5.11	52.07
5	Bloque de concreto patrón	18/05/2023	01/06/2023	14	24420	468	5.12	52.18
6	Bloque de concreto patrón	18/05/2023	01/06/2023	14	22740	468	4.77	48.59
7	Bloque de concreto patrón	18/05/2023	15/06/2023	28	26270	468	5.50	56.13
8	Bloque de concreto patrón	18/05/2023	15/06/2023	28	26900	468	5.64	57.48
9	Bloque de concreto patrón	18/05/2023	15/06/2023	28	26990	468	5.66	57.67

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio

*[Firma manuscrita]*  
Rimandoyta Jolitas Jenty  
TÉCNICO DE LABORATORIO



Anexo 32: Resistencia a compresión-Bloque 5% plástico electrónico



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 15 de junio del 2023

Ensayo : Resistencia a compresión

Referencia : NTP 399.604:2002. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

Muestra N°	Descripción de la muestra	Fecha vaciado	Fecha ensayo	Edad (días)	Carga (Kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión	
							Mpa	kg/cm <sup>2</sup>
1	Bloque de concreto 5% plástico electrónico	18/05/2023	25/05/2023	7	16490	468	3.46	35.24
2	Bloque de concreto 5% plástico electrónico	18/05/2023	25/05/2023	7	16980	468	3.56	36.28
3	Bloque de concreto 5% plástico electrónico	18/05/2023	25/05/2023	7	16150	468	3.38	34.51
4	Bloque de concreto 5% plástico electrónico	18/05/2023	01/06/2023	14	22800	468	4.78	48.72
5	Bloque de concreto 5% plástico electrónico	18/05/2023	01/06/2023	14	22190	468	4.65	47.41
6	Bloque de concreto 5% plástico electrónico	18/05/2023	01/06/2023	14	21290	468	4.46	45.49
7	Bloque de concreto 5% plástico electrónico	18/05/2023	15/06/2023	28	25740	468	5.39	55.00
8	Bloque de concreto 5% plástico electrónico	18/05/2023	15/06/2023	28	25950	468	5.44	55.45
9	Bloque de concreto 5% plástico electrónico	18/05/2023	15/06/2023	28	24950	468	5.23	53.31

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio

  
Rivaldo Jhon Jaitas Aenis  
TECNICO DE LABORATORIO



Anexo 33: Resistencia a compresión-Bloque 10% plástico electrónico



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 15 de junio del 2023

Ensayo : Resistencia a compresión

Referencia : NTP 399.604-2002. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

Muestra N°	Descripción de la muestra	Fecha vaciado	Fecha ensayo	Edad (días)	Carga (Kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión	
							Mpa	kg/cm <sup>2</sup>
1	Bloque de concreto 10% plástico electrónico	18/05/2023	25/05/2023	7	18070	468	3.79	38.61
2	Bloque de concreto 10% plástico electrónico	18/05/2023	25/05/2023	7	16670	468	3.49	35.62
3	Bloque de concreto 10% plástico electrónico	18/05/2023	25/05/2023	7	15960	468	3.34	34.10
4	Bloque de concreto 10% plástico electrónico	18/05/2023	01/06/2023	14	21110	468	4.42	45.11
5	Bloque de concreto 10% plástico electrónico	18/05/2023	01/06/2023	14	21650	468	4.54	46.26
6	Bloque de concreto 10% plástico electrónico	18/05/2023	01/06/2023	14	20830	468	4.36	44.51
7	Bloque de concreto 10% plástico electrónico	18/05/2023	15/06/2023	28	23640	468	4.95	50.51
8	Bloque de concreto 10% plástico electrónico	18/05/2023	15/06/2023	28	24140	468	5.06	51.58
9	Bloque de concreto 10% plástico electrónico	18/05/2023	15/06/2023	28	24260	468	5.08	51.84

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio

*Riv-dereyja Jollita Ferris*  
TECNICO DE LABORATORIO



*Anexo 34: Resistencia a compresión-Bloque 15% plástico electrónico*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Lara Tineo Jhon Smith  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos  
Ubicación : Chiclayo  
Fecha : 15 de junio del 2023

Ensayo : Resistencia a compresión

Referencia : NTP 399.604:2002. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

Muestra N°	Descripción de la muestra	Fecha vaciado	Fecha ensayo	Edad (días)	Carga (Kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión	
							Mpa	kg/cm <sup>2</sup>
1	Bloque de concreto 15% plástico electrónico	18/05/2023	25/05/2023	7	13950	468	2.92	29.81
2	Bloque de concreto 15% plástico electrónico	18/05/2023	25/05/2023	7	14390	468	3.02	30.75
3	Bloque de concreto 15% plástico electrónico	18/05/2023	25/05/2023	7	14390	468	3.02	30.75
4	Bloque de concreto 15% plástico electrónico	18/05/2023	01/06/2023	14	14780	468	3.10	31.58
5	Bloque de concreto 15% plástico electrónico	18/05/2023	01/06/2023	14	18770	468	3.93	40.11
6	Bloque de concreto 15% plástico electrónico	18/05/2023	01/06/2023	14	20090	468	4.21	42.93
7	Bloque de concreto 15% plástico electrónico	18/05/2023	15/06/2023	28	21330	468	4.47	45.58
8	Bloque de concreto 15% plástico electrónico	18/05/2023	15/06/2023	28	19640	468	4.12	41.97
9	Bloque de concreto 15% plástico electrónico	18/05/2023	15/06/2023	28	19010	468	3.98	40.62

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante
- El presente documento no debiera ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio

*Rtina Mejía Jhonas Ferriz*  
TÉCNICO DE LABORATORIO



## Anexo 35: Calibración prensa de concreto



CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CA - LF - 024 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0117-2022	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0157 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYECUE	
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	2000 kN	
Marca	AVIA INSTRUMENT	Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente.
Modelo	STYE-2000B	
Número de Serie	131214	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	MC	
Modelo	STYE-2000B	
Número de Serie	131214	
Resolución	0.01 / 0.1 kN (*)	
Ubicación	NO INDICA	CALIBRATEC 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.
5. Fecha de Calibración	2022-01-21	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 024 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomada como referencia al método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente,  
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25.0 °C	26.0 °C
Humedad Relativa	62 % HR	62 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 038-21A
METROIL	TERMOMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permaneció estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chifón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 024 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Asensio) Patrón de Referencia			
%	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_4$ (kN)	$F_{promedio}$ (kN)
10	100	100.0	99.0	100.0	99.8
20	200	199.0	200.5	201.3	200.2
30	300	298.8	300.4	299.3	299.7
40	400	397.4	399.4	398.8	398.6
50	500	495.8	501.8	502.4	500.5
60	600	597.1	597.4	597.9	597.7
70	700	696.1	696.7	695.7	696.6
80	800	796.9	799.1	798.5	798.1
90	900	896.6	900.1	896.5	898.3
100	1000	1001.0	1002.9	1000.5	1001.3
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo $F$ (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $a$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $r$ (%)	
100	0.21	1.00	-1.30	0.10	0.81
200	-0.08	1.13	0.25	0.05	0.75
300	0.12	0.53	0.07	0.05	0.53
400	0.34	0.50	0.10	-0.03	0.61
500	-0.11	1.31	-0.06	0.02	0.85
600	0.39	0.13	-0.18	0.02	0.58
700	0.49	0.14	-0.14	0.01	0.59
800	0.11	0.07	0.02	0.01	0.58
900	0.17	0.38	0.16	0.01	0.60
1000	-0.13	0.25	0.20	0.01	0.58

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (  $f_0$  ) 0.00 %

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

☉ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



## Anexo 36: Calibración prensa de muretes



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 2

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 LIPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente.  PERUTEST 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.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo	PRENSA DE MURETES	
Capacidad	20000 kgf	
Marca	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	LF-057	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIGH WEIGHT	
Modelo	315A	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2023-03-01	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-03-02

  
JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

RIVERA ROSA JBLITAS FERRIS  
TECNICO DE LABORATORIO



USAT

☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutesi.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutesi.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



INSTITUTO PERUANO DE METROLOGÍA



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de la fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente,  
CALLE LA FE NRO 0167 LUIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.1 °C	26.1 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-005 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 093-23 (B)
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-001 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 093-23 A/C

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

*Ritunda Ayta / Jhilitas Jennis*  
TÉCNICO DE LABORATORIO



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC

TÉCNICO DE LABORATORIO



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_4$ (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	2000	1990	2000	2000	1996
20	4000	4001	4021	4001	4008
30	6000	6042	6042	6042	6042
40	8000	8044	8044	8044	8044
50	10000	10046	10046	10046	10046
60	12000	12048	12048	12048	12048
70	14000	14050	14050	14050	14050
80	16000	16052	16052	16052	16052
90	18000	18054	18054	18054	18054
100	20000	20057	20057	20057	20057
Retorno a Cero		100.0	100.0	100.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa r (%)	
2000	0.39	0.50	1.00	0.50	0.66
4000	0.36	0.50	1.56	0.25	1.20
6000	-0.35	0.00	1.41	0.17	0.79
8000	-0.27	0.00	1.10	0.13	0.65
10000	-0.23	0.00	0.91	0.10	0.57
12000	-0.20	0.00	0.79	0.08	0.52
14000	-0.18	0.00	0.71	0.07	0.49
16000	-0.16	0.00	0.65	0.06	0.47
18000	-0.15	0.00	0.60	0.06	0.46
20000	-0.14	0.00	0.57	0.05	0.44

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.60 %
---	--------



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*Rivinderys, J. J. J.*  
Rivinderys, J. J. J.  
TÉCNICO DE LABORATORIO

☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



Anexo 37: Presupuesto ensayo prismas y muretes



Provincación Bologna Km. 3.5  
Chiclayo - Lambayeque  
R.U.C. 2048781334  
Email: lemsw@eirl@gmail.com

**PROYECTO DE TERES:** Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con pilón de nervios electrónicos  
**TERISTA:** Jhon Smith Lara Tineo  
**INSTITUCIÓN:** UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
**FECHA DE PRESUPUESTO:** Chiclayo, 24 de junio del 2023

# DISEÑO							
Descripción	Patrón	Material reciclado				Sub Total	Precio Total
		PLASTICO,RS, ELECTRONICOS					
		0%	5.0%	10%	15.0%		
Fc 20 kg/cm2	1	1	1	1	1	4	4

ENSAYOS MECÁNICOS DE ALBAÑILERÍA									
Ensayos	Diseño	Cantidad de Ensayos				Total	Precio		Precio Total
		7	14	28			Unidad	Precio	
Edad (Días)	-	7	14	28					
Resistencia al corte: MURETES	4			3	12	40	480		
Resistencia axial: PLAS	4			3	12	20	240		720
TOTAL =						24			

TOTAL = S/720.0  
 PRESUPUESTO ENSAYOS = S/720.0

NOTA 1: EL LABORATORIO TRABAJA CON 50% DE PAGO ANTICIPADO  
 NOTA 2: Cuenta de Ahorros BCP 3051576289064, Wilson Arturo Olaya Aguilar



**LEMS W&C EIRL.**  
  
**WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR**  
 GERENTE GENERAL

Ruandeneysa Jolitas Jentis  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



## Anexo 38: Murete - Patrón



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chilayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitud de ensayo : 2408A-23/ LEMS W&C  
Solicitante : Lara Tineo Jhon Smith  
Proyecto / Obra : Tesis "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos"  
Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque  
Inicio de ensayo : 01 de agosto del 2023  
Fin de ensayo : 29 de agosto del 2023  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Murete 1 - Patrón	01/08/2023	29/08/2023	28	796	800	120	95700	115150	0.85	8.87
02	Murete 2 - Patrón	01/08/2023	29/08/2023	28	800	805	119	95498	116337	0.86	8.78
03	Murete 3 - Patrón	01/08/2023	29/08/2023	28	800	805	120	96300	119437	0.88	8.94

**NOTA:**

- Mortero: 1: 1/2: 4 (cemento: cal: arena)
- Resistencia a la compresión promedio del mortero: 125.49 kg/cm<sup>2</sup>
- Grout: 1: 3: 2 (cemento: arena: conchillo)

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

 **LEMS W&C EIRL.**  
  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

 **LEMS W&C EIRL.**  
  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246984

  
Rómulo Andrés Rojas Acuña  
TÉCNICO DE LABORATORIO

  
**USAT**  
  
TÉCNICO DE LABORATORIO

## Anexo 39: Murete – Reemplazo 5%



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirf.com

Solicitud de ensayo : 2406A-23/ LEMS W&C  
Solicitante : Lara Tineo Jhon Smith  
Proyecto / Obra : Tesis "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos"  
Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque  
Inicio de ensayo : 01 de agosto del 2023  
Fin de ensayo : 29 de agosto del 2023  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 389.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Murete 1 - Reemplazo 5%	01/08/2023	29/08/2023	28	800	805	119	95498	115993	0.86	8.78
02	Murete 2 - Reemplazo 5%	01/08/2023	29/08/2023	28	795	800	119	94903	114924	0.86	8.73
03	Murete 3 - Reemplazo 5%	01/08/2023	29/08/2023	28	800	800	120	96000	114600	0.84	8.61

**NOTA:**

- Mortero: 1: 1/2: 4 (cemento: cal: arena)
- Resistencia a la compresión promedio del mortero: 128.49 kg/cm<sup>2</sup>
- Grout: 1: 3: 2 (cemento: arena: conchillo)

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 248984

  
Rivaldeyda Obitas Ferris  
TECNICO DE LABORATORIO



## Anexo 40: Murete – Reemplazo 10%



Profundación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480761334  
Email: servicios@lemswycelr.com

Solicitud de ensayo : 2406A-23/ LEMS W&C  
Solicitante : Lara Tineo Jhon Smith  
Proyecto / Obra : Tesis "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos"  
Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque  
Inicio de ensayo : 01 de agosto del 2023  
Fin de ensayo : 29 de agosto del 2023  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Murete 1 - Reemplazo 10%	01/08/2023	29/08/2023	28	785	800	119	94603	106460	0.81	8.24
02	Murete 2 - Reemplazo 10%	01/08/2023	29/08/2023	28	800	800	120	96000	106008	0.80	8.11
03	Murete 3 - Reemplazo 10%	01/08/2023	29/08/2023	28	795	800	119	94903	109146	0.81	8.29

**NOTA:**

- Mortero: 1: 1/2: 4 (cemento: cal: arena)
- Resistencia a la compresión promedio del mortero: 126.49 kg/cm<sup>2</sup>
- Grout: 1: 3: 2 (cemento: arena: conchillo)

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 246864

  
Ricardo Jhon Obitas Jenty  
TÉCNICO DE LABORATORIO



## Anexo 41: Murete – Reemplazo 15%



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitud de ensayo : 2406A-23/ LEMS W&C  
Solicitante : Lara Tineo Jhon Smith  
Proyecto / Obra : Tesis "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos"  
Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque  
Inicio de ensayo : 01 de agosto del 2023  
Fin de ensayo : 29 de agosto del 2023  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.821 : 2004 (revisada el 2015)

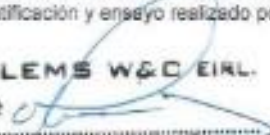
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Murete 1 - Reemplazo 15%	01/08/2023	29/08/2023	28	800	805	119	95498	100808	0.75	7.81
02	Murete 2 - Reemplazo 15%	01/08/2023	29/08/2023	28	800	800	119	95200	99689	0.74	7.55
03	Murete 3 - Reemplazo 15%	01/08/2023	29/08/2023	28	800	805	118	94695	102897	0.77	7.83

**NOTA:**


- Mortero: 1: 1/2: 4 (cemento: cal: arena)
- Resistencia a la compresión promedio del mortero: 128.49 kg/cm<sup>2</sup>
- Grout: 1: 3: 2 (cemento: arena: conchillo)

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL.  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
LEMS W&C EIRL.  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP- 246984

  
Rómulo Ayala  
TÉCNICO DE LABORATORIO



## Anexo 42: Prisma – Patrón



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyc.com

Solicitud de Ensayo : 2406A-23/ LEMS W&C  
Solicitante : Lara Tineo Jhon Smith  
Proyecto / Obra : "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos"  
Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque  
Fecha de ensayo : 24/06/2023

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.606

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	lp (mm)	lp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	lp/lp	Carga (N)	$f_w$ (Mpa)	Factor Correc.	$f_{m1}$ (Mpa)	$f_{m2}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prisma 1 - Patrón	27/05/2023	24/06/2023	28	389	120	395	48680	3.29	338810	7.26	1.093	7.94	80.92
02	Prisma 2 - Patrón	27/05/2023	24/06/2023	28	390	119	398	48410	3.33	321430	6.93	1.086	7.59	77.42
03	Prisma 3 - Patrón	27/05/2023	24/06/2023	28	390	120	395	48820	3.29	333630	7.13	1.093	7.79	79.48

**NOTA:**

- Mortero: 1: 1/2: 4 (cemento: cal: arena)
- Resistencia a la compresión promedio del mortero: 128.49 kg/cm<sup>2</sup>
- Grout: 1: 3: 2 (cemento: arena: confililo)

**OBSERVACIONES:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

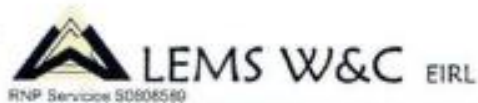
  
LEMS W&C EIRL.  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
T.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
LEMS W&C EIRL.  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246904

  
Ronaldina Palta Ferris  
TECNICO DE LABORATORIO



## Anexo 43: Prisma – Reemplazo 5%



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chilayo – Lambayeque  
R.U.C. 20460781334  
Email: servicios@lemswc.com

Solicitud de Ensayo : 2406A-23/ LEMS W&C  
Solicitante : Lara Tineo Jhon Smith  
Proyecto / Obra : "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos"  
Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chilayo, Departamento Lambayeque  
Fecha de ensayo : 24/06/2023  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.605

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>c</sub> (Mpa)	Factor Comp.	f <sub>cd</sub> (Mpa)	f <sub>cd</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prisma 1 - 5% reemplazo	27/05/2023	24/06/2023	28	390	120	365	46660	3.29	316310	8.78	1.093	7.41	75.55
02	Prisma 2 - 5% reemplazo	27/05/2023	24/06/2023	28	390	120	365	46800	3.29	317930	8.79	1.093	7.43	75.74
03	Prisma 3 - 5% reemplazo	27/05/2023	24/06/2023	28	390	119	364	46410	3.31	323760	8.06	1.005	7.84	77.89

**NOTA:**

- Mortero: 1: 1/2: 4 (cemento: cal: arena)
- Resistencia a la compresión promedio del mortero: 128.49 kg/cm<sup>2</sup>
- Grout: 1: 3: 2 (cemento: arena: conchillo)

**OBSERVACIONES:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

 **LEMS W&C EIRL.**  
  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

 **LEMS W&C EIRL.**  
  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 244988

  
Rubén Osorio  
Técnicos de Laboratorio



## Anexo 44: Prisma – Reemplazo 10%



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitud de Ensayo : 2406A-23/ LEMS W&C  
Solicitante : Lara Tineo Jhon Smith  
"Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de  
Proyecto / Obra : residuos electrónicos"  
Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque  
Fecha de ensayo : 24/06/2023  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería  
Referencia : N.T.P. 399.605

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	lp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/lp	Carga (N)	$f_c$ (Mpa)	Factor Correc.	$f_{m1}$ (Mpa)	$f_{m2}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prisma 1 - 10% reemplazo	27/05/2023	24/06/2023	28	380	119	384	46291	3.31	292460	6.32	1.096	6.92	70.53
02	Prisma 2 - 10% reemplazo	27/05/2023	24/06/2023	28	389	120	384	46680	3.26	306130	6.56	1.093	7.17	73.07
03	Prisma 3 - 10% reemplazo	27/05/2023	24/06/2023	28	390	120	384	46600	3.26	301470	6.44	1.093	7.04	71.77

**NOTA:**

- Mortero: 1: 1/2: 4 (cemento: cal: arena)
- Resistencia a la compresión promedio del mortero: 128.49 kg/cm<sup>2</sup>
- Grout: 1: 3: 2 (cemento: arena: conchillo)

**OBSERVACIONES:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL.  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
LEMS W&C EIRL.  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246984

  
Rivaldo José Rojas Henry  
TÉCNICO DEL LABORATORIO

  
USAT  
LABORATORIO DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES  
TÉCNICO DEL LABORATORIO

## Anexo 45: Prisma – Reemplazo 15%



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyc.eirl.com

Solicitud de Ensayo : 2406A-23/ LEMS W&C  
Solicitante : Lara Tineo Jhon Smith  
Proyecto / Obra : "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto para muros portantes con plástico de residuos electrónicos"  
Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque  
Fecha de ensayo : 24/06/2023  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.805

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de veclado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prisma 1 - 15% reemplazo	27/05/2023	24/06/2023	28	389	110	393	46291	3.30	265180	5.73	1.094	6.27	63.92
02	Prisma 2 - 15% reemplazo	27/05/2023	24/06/2023	28	385	120	384	46880	3.28	249910	5.35	1.093	5.85	59.65
03	Prisma 3 - 15% reemplazo	27/05/2023	24/06/2023	28	390	119	384	46410	3.31	259000	5.58	1.095	6.11	62.32

**NOTA:**

- Mortero: 1: 1/2: 4 (cemento: cal: arena)
- Resistencia a la compresión promedio del mortero: 128.49 kg/cm<sup>2</sup>
- Grout: 1: 3: 2 (cemento: arena: conchillo)

**OBSERVACIONES:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL.  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
LEMS W&C EIRL.  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246984

  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246984



## Anexo 46: Ficha técnica del bloque de concreto con 5% de reemplazo de plástico electrónico

**BLOQUES**

Ideal para la construcción de muros portantes en general

---

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**BLOQUE DE CONCRETO 12 X 19 X 39cm**

<b>TIPO DE UNIDAD</b>	Bloque de concreto		
<b>DIMENSIONES</b>	<b>ANCHO (mm)</b>	<b>ALTO (mm)</b>	<b>LARGO (mm)</b>
	120	190	390
<b>VARIACIÓN DIMENSIONAL</b>	Largo, ancho y altura $< \pm 3\text{mm}$ (NTP 399.602)		
<b>ALABEO</b>	Concavo y convexo $< \pm 2\text{mm}$ (RNE E.070)		
<b>ABSORCIÓN</b>	<b>Promedio de 3 unidades</b> $< 7\%$ del peso seco (NTP 399.602)		
<b>SUCCIÓN</b>	<b>Promedio de 5 unidades</b> $< 14 \text{ gr}/200\text{cm}^2\text{-min}$ (RNE E.070)		
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	<b>Promedio de 3 unidades</b> $> 50 \text{ kg}/\text{cm}^2$ Sobre el área bruta (RNE E.070)		
<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN PRISMAS</b>	<b>Promedio de 3 unidades</b> $> 74 \text{ kg}/\text{cm}^2$ Rellenados con grout (RNE E.070)		
<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN MURETES</b>	<b>Promedio de 3 unidades</b> $> 8.6 \text{ kg}/\text{cm}^2$ Rellenados con grout (RNE E.070)		
<b>RENDIMIENTO</b>	12.5 unidades/m <sup>2</sup>		

Anexo 47: Análisis estadístico Statgraphics: Diferencias estimadas en las resistencias de los bloques de concreto

*\*: Indica que los pares presentan diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95%*

**1, Resistencia a compresión en unidades de bloques**

<b>Contraste</b>	<b>Sig.</b>	<b>Diferencia</b>
Bloque patrón – Bloque 5%		2.50667
Bloque patrón – Bloque 10%	*	5.78667
Bloque patrón – Bloque 15%	*	14.37
Bloque 5% – Bloque 10%	*	3.28
Bloque 5% – Bloque 15%	*	11.8633
Bloque 10% – Bloque 15%	*	8.58333

**2, Resistencia a compresión en prismas**

<b>Contraste</b>	<b>Sig.</b>	<b>Diferencia</b>
Bloque patrón – Bloque 5%		2.88
Bloque patrón – Bloque 10%	*	7.4833
Bloque patrón – Bloque 15%	*	17.31
Bloque 5% – Bloque 10%	*	4.6033
Bloque 5% – Bloque 15%	*	14.43
Bloque 10% – Bloque 15%	*	9.8267

**3, Resistencia a compresión en muretes**

<b>Contraste</b>	<b>Sig.</b>	<b>Diferencia</b>
Bloque patrón – Bloque 5%		0.0967
Bloque patrón – Bloque 10%	*	0.5833
Bloque patrón – Bloque 15%	*	1.1333
Bloque 5% – Bloque 10%	*	0.4
Bloque 5% – Bloque 15%	*	0.96
Bloque 10% – Bloque 15%	*	0.55