



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería  
incorporando poliestireno expandido para ser utilizados como  
tabiquería, 2018

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Br. Andrés Salazar González (ORCID: 0000-0002-1487-0635)

Br. Waldir Ismael Solís Chumacero (ORCID: 0000-0003-4930-5561)

**ASESOR:**

Mg. Luis Alberto Segura Terrones (ORCID: 0000-0002-9320-0540)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado a nuestros padres, que siempre nos están apoyando en cada etapa de nuestras vidas, motivándonos a que nos sigamos esforzando cada día más para lograr cada meta que nos proponemos.

### **Agradecimientos**

Agradecemos primeramente a Dios que siempre nos guía en hacer lo correcto y a nuestro asesor y guía el Mg. Ing. Luis Alberto Segura Torres. Además, dar las gracias a la FIC - UCV por brindarnos sus laboratorios para el análisis de la investigación.

## **Página del jurado**



## **Página del Jurado**



## Declaratoria de Originalidad de los Autores



Nosotros, Salazar González Andrés y Solís Chumacero Waldir Ismael, egresados de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo (Lima Este), declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada:

“Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería incorporando poliestireno expandido para ser utilizados como tabiquería, 2018”, es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 02 de setiembre del 2020,

Apellidos y Nombres: Salazar González, Andrés	
DNI: 72207325	Firma 
ORCID: 0000-0002-1487-0635	
Apellidos y Nombres: Solís Chumacero, Waldir Ismael	
DNI: 76277340	Firma 
ORCID: 0000-0003-4930-5561	

## Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	vi
Índice.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MÉTODO.....	23
2.1 Tipo y diseño de investigación .....	24
2.2 Operacionalización de variables .....	24
2.3 Población, muestra y muestreo .....	26
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	26
2.5 Métodos de análisis de datos .....	27
2.6 Aspectos éticos .....	27
III. RESULTADOS.....	28
IV. DISCUSIÓN.....	87
V. CONCLUSIONES .....	90
VI. RECOMENDACIONES .....	92
REFERENCIAS .....	94
ANEXOS.....	97

## Resumen

Nuestro trabajo de investigación tiene como principal objetivo, analizar la influencia de la incorporación del poliestireno expandido sobre la resistencia del bloque de albañilería para ser utilizado como tabiquería. Esta investigación se elaboró del tipo aplicada, puesto que, busca poder resolver los problemas. El nivel de investigación es descriptivo y explicativo de enfoque experimental de corte transversal debido a que se producen cambios al manipular las variables y se desarrolla en un tiempo determinado. Para esta investigación contamos con dos variables las cuales son: poliestireno expandido y resistencia a la compresión de bloques de albañilería. La muestra ha sido 15 bloques de albañilería de los cuales 5 son patrones, 5 al 25% de poliestireno expandido (EPS) y 5 al 60% de poliestireno expandido (EPS) en reemplazo del confitillo (3/8"). En la recopilación de información se emplea de instrumento los ensayos en laboratorio según las normativas peruanas, la reglamentación establecida a nivel nacional y realizando el diseño de mezcla por el método ACI de comité 211.

Los resultados alcanzados a los 28 días con el ensayo a compresión, dieron que el bloque de concreto patrón obtuvo resultados a compresión de 68.10 kg/cm<sup>2</sup> (6.8 MPa) con un peso promedio de 10.41 kg, el bloque elaborado con 25% de poliestireno expandido alcanzo un resistencia de 73.13 kg/cm<sup>2</sup> (7.3 MPa) con un peso promedio de 9.77 kg y el bloque de concreto con 60% de poliestireno alcanzo una resistencia de 53.42 (5.3 MPa) con un peso promedio de 8.32 kg.

Finalmente, las conclusiones y recomendaciones son basadas en la resistencia a compresión donde se determinó que el bloque patrón logro llegar para ser usado en muros no portantes según normativa peruana, al 25% de poliestireno expandido (EPS) alcanzo para ser usado en muros portantes según normativa peruana que es la más exigente que el RNE, y el bloque al 60% de poliestireno expandido (EPS) alcanzo para ser usado como tabiquería (muros no portantes) según normativa peruana. Referente al análisis de costos aumenta mínimamente por el EPS, pero disminuye el agregado grueso (confitillo), por lo tanto, es compensado en ese aspecto.

**Palabras clave:** Ensayo a la compresión, Bloque de albañilería, Poliestireno expandido.

## Abstract

The main objective of our research work is to analyze the influence of the incorporation of expanded polystyrene on the resistance of the masonry block to be used as partitions. This research was carried out of the applied type, since it seeks to be able to solve the problems. The research level is descriptive and explanatory of a cross-sectional experimental approach due to the fact that changes occur when manipulating the variables and it is developed in a given time. For this research we have two variables which are: expanded polystyrene and resistance to compression of masonry blocks. The sample consisted of 15 masonry blocks, of which 5 are patterns, 5 at 25% expanded polystyrene (EPS) and 5 at 60% expanded polystyrene (EPS) replacing the confitillo (3/8"). In the collection of information, laboratory tests are used as an instrument according to Peruvian regulations, the regulations established at the national level and carrying out the mixture design by the ACI method of committee 211.

How result achieved at 28 days with the compression test, gave the block of concrete pattern reached a resistance of 68.10 kg / cm<sup>2</sup> (6.8 MPa) with an average weight of 10.41 kg, the concrete block with 25% expanded polystyrene reached a resistance of 73.13 kg / cm<sup>2</sup> (7.3 MPa) with an average weight of 9.77 kg and the block of concrete with 60% polystyrene reached a resistance of 53.42 (5.3 MPa) with an average weight of 8.32 kg.

Finally the conclusions and recommendations are based on the compressive strength where it was determined that the standard block reached to being used in non-load bearinging wall according to Peruvian standards, to 25% of expanded polystyrene (EPS) I reach to be used in load-bearing walls according to regulations Peruvian that is the most demanding that the RNE, and the block to 60% of expanded polystyrene (EPS) reached to be used as partitions (non-load bearing walls) according to Peruvian regulations. Regarding the cost analysis, it increases minimally by the EPS, but the coarse aggregate (confitillo) decreases, therefore it is compensated in that aspect.

**Keywords:** Compressive strength, Masonry block, Expanded polystyrene.

# **I. INTRODUCCIÓN**

Día a día el mundo se actualiza más, y con el transcurrir del tiempo vienen realizándose nuevas investigaciones para determinar las propiedades de los materiales de construcción. A su vez se estudian los materiales externos que puede ser agregado a estos materiales de construcción ya existentes, con la finalidad de otorgar nuevas propiedades que serán destinadas para un uso en específico según se requiera. Los descubrimientos de estas nuevas propiedades permiten una innovación de nuevos materiales de construcción que ofrezcan un incremento de eficacia en los objetivos que tienen las empresas constructoras para cada proyecto.

En Guatemala y Ecuador se realizaron trabajos de investigación con similares objetivos en las cuales se evaluaron los bloques prefabricados elaborados de concreto con una membrana interna de poliestireno expandido y la incorporación de perlitas de eps en la creación de bloques para aligerar su peso, así definir las propiedades físicas y mecánicas.

Mientras tanto en el Perú también existe información que tienen relación con la investigación. En los departamentos de Arequipa y Cajamarca se realizaron los estudios del uso del poliestireno para fabricar los bloques a base de concreto liviano.

De acuerdo a construcción, hoy en día a nivel de Lima existe una investigación que guarde cierta relación con el tema, que desarrolla la aplicación del poliestireno expandido en bloques para mejorar propiedades térmicas y acústicas.

Para poder lograr un avance en nuestros sistemas constructivos se debe iniciar teniendo innovaciones en materiales de construcción, los cuales nos puedan brindar propiedades nuevas con el fin de reducir procesos constructivos para llegar al mismo resultado. Para ello requerimos la ayuda de la tecnología, con la cual realizaremos una investigación precisa de las propiedades de los materiales nuevos, para ser adicionados a los materiales ya existentes, nos ayudará también a buscar la compatibilización de estos nuevos materiales y los materiales ya utilizados, buscando la mejor forma de no reducir sus propiedades básicas, asimismo realizar los ensayos y pruebas para cumplir la función requerida del nuevo material de construcción.

En ese sentido se plantea fabricar un bloque que sirva de remplazo al ladrillo de arcilla cocida con características similares y mejorando algunas propiedades, reduciendo el costo para cumplir su función. La fabricación del bloque contará con un adición de poliestireno

expandido, de la cual buscaremos aprovechar sus mejores propiedades y establecer su función más apropiada para la construcción.

Gonzalo (2017), tuvo como objetivo emplear el eps para la creación de bloques de concreto ligero para utilizarlos como tabiquería, con funciones semejantes a los que cumple una pared de tabiquería con ladrillo hechos a base de arcilla cocida. La metodología utilizada fue experimental ya que realizaron pruebas y ensayos para obtener resultados de su investigación. Se concluyó con la demostración mediante la investigación que es factible diseñar y elaborar bloques de concreto liviano para remplazar la piedra chancada por perlas de poliestireno expandido.

Rodríguez (2017), tuvo como objetivo determinar las propiedades de las bloquetas de concreto ligero a base de las perlitas de tecnopor. La metodología utilizada fue experimental a base de pruebas realizadas en laboratorio. Realizando diferentes dosificaciones con distintas densidades, se finaliza con la obtención de un resultado de  $F'c$  a los 28 días llegando a obtener  $62.75 \text{ kg/cm}^2$  ( $6.15 \text{ MPa}$ ), que es mayor a la mínima resistencia determinada en las normas peruanas.

Paulino y Espino (2011), tuvieron como objetivo analizar la comparación del bloque de concreto estándar y el bloque con poliestireno expandido. La metodología utilizada fue de tipo experimental puesto que se realiza diferentes pruebas en laboratorio dando a conocer su comportamiento y características. Se obtuvo como resultado que las resistencias a los 7 días fueron de  $177 \text{ kg/cm}^2$ , 14 días de  $185 \text{ kg/cm}^2$  y 28 días de  $223 \text{ kg/m}^2$  del concreto simple y del concreto ligero se obtuvo a los 7 días de  $75 \text{ kg/cm}^2$ , 14 días de  $91 \text{ kg/cm}^2$  y 28 días de  $128 \text{ kg/cm}^2$ . Referente al aislamiento acústico se logró tener una  $44 \text{ dBA}$  y el ensayo de aislamiento térmico se obtuvo  $0.59 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ .

Bustamante y Díaz (2014), tuvieron como objetivo principal determinar las características del bloque aligerado con perlitas de eps reciclado. La metodología empleada fue experimental ya que se realizaron ensayos y pruebas para la obtención de resultados. Obteniendo como conclusión que el  $F'c$  disminuye al incrementar el contenido de EPS, la capacidad de compresión aumenta al elevar la densidad del concreto.

Soto (2017), tuvo como objetivo emplear los restos de industria empleadas en minería y eps para la creación de bloques macizos en menor dimensión para el suelo de la Universidad Nacional de Ingeniería. La población se estimó los  $300\,000 \text{ kg}$  de residuos de la minería. La metodología utilizada fue un estudio cuantitativo de investigación con un diseño



experimental debido a los ensayos de laboratorios. Como resultado se obtuvo adoquines con una capacidad de soportar 340 kg/cm<sup>2</sup> y 376 kg/cm<sup>2</sup>, con un peso de 3.5 kg y con dimensiones de 20 cm x 5 cm de los cuales se utilizaron 800 g de residuo industrial, 2 kg de arena gruesa, 1 kg de cemento portland, 700 ml de agua y 10 g de EPS, dejándolo un tiempo mínimo de 28 días a temperatura ambiente y con su curado respectivo.

Sierra (2014), tuvo como objetivo comparar los bloques típicos con los bloques a base de poliestireno con igual proporción de material. La metodología utilizada tiene un enfoque cualitativo, los resultados obtenidos son de tipo diagnóstico – descriptivo con método experimental para bajar costos de producción sin alterar sus propiedades de resistencia. Logrando como conclusión que las perlas de eps, son capaces de sustituir a la piedra chancada en su totalidad, y el agregado fino en ciertas proporciones, debido a que son áridos impermeables, no poseen impurezas, no se activa con el cemento y además tiene buena unión con el mismo.

Vega (2017), su principal objetivo fue comprender la influencia de la perlita expandida como árido, en el comportamiento mecánico de hormigones livianos. La metodología a utilizar fue experimental a base de ensayos para determinar las propiedades de las perlitas de poliestireno expandido en el hormigón. Como conclusión se tuvo que a mayor cantidad de perlita agregada como árido fino a la mezcla de hormigón va disminuyendo la resistencia del hormigón. Algo similar ocurre con la densidad a medida que se le agrega perlita a la mezcla de hormigón. Y finalmente que la resistencia y densidad son proporcionales, a mayor densidad, mayor resistencia.

Jiménez (2009), tuvo como objetivo caracterizar un bloque prefabricado aligerado con poliestireno expandido, buscando que cumplan los requerimientos necesarios con las siguientes características: seguras estructuralmente, de buena calidad, de poco peso, de fácil montaje, con alto grado de aislamiento térmico y acústico. La metodología utilizada fue experimental, al poder haber realizado ensayos y pruebas para certificar un mejor análisis de los bloques. Obteniendo como conclusión que el esfuerzo neto de compresión del bloque es de 51.24 kg/cm<sup>2</sup>, el módulo de elasticidad del esfuerzo a compresión del bloque es de 38,433.26 kg/cm<sup>2</sup> y el factor económico del bloque es un factor determinante en la fabricación de los mismos, esto debido al precio del poliestireno expandido que en Guatemala es muy costoso.

Lituma y Zhunio (2015), como principal objeto de la investigación es comprobar la influencia del reemplazo total y parcial de la arena por perlitas de (EPS) en el concreto con el fin de reducir su peso y determinar el  $F'c$ . Se realizaron pruebas de laboratorio por lo que la metodología utilizada sería experimental. Como resultado se reemplazó la arena gruesa por las perlitas de eps en el concreto lo cual disminuye el peso en las diferentes edades, por tal motivo la densidad de la arena gruesa es superior a la densidad el EPS.

Vidal (2010), tuvo como objetivo realizar ensayos de laboratorio acordes a las exigencias de la normativa chilena, con el fin de caracterizar el material sustituyente (MEPS), y analizar su viabilidad en el reemplazo del agregado natural. Así mismo obtener un hormigón liviano con alta resistencia en sus primeras edades (desde los 7 a los 28 días). Utilizando la metodología de recopilación de material teórico, optimización de poliestireno expandido modificado para utilización en hormigones livianos, diseño de dosificación de mezcla de hormigón, fabricación y ensayo de probetas y análisis de resultados y conclusiones. En conclusión, se pueden utilizar en objetos prefabricados, además poseen una gran capacidad para ser empleado como agregado ligero del concreto, indagando más se puede comprender más a profundidad sus propiedades y llegando a modificarlo hasta lograr que sea reciclable y de menor inversión.

## **Poliestireno expandido**

Poliestireno expandido o espumas de poliestireno el cuál se obtiene en unas medidas ya establecidas, con diferentes grosores espesores y en bloques de 1 m<sup>3</sup>, estas últimas con una mínima densidad. Su elaboración en planchas se enfoca principalmente al aislamiento acústico y térmico en la construcción de viviendas, pero por sus propiedades y su fácil manipulación con herramientas de corte, mecánicas o por corte con hilo al caliente, es el material ideal ya que también es muy económico para la obtención de modelos de gran tamaño y muy ligeros. Existen en distintas densidades, con diferentes tonos para poder diferenciarlos, blancas, amarillo, celeste, naranja y rosado, su característica principal es la ligereza que posee. (Santoja, 2007, p.151)

Acorde a la Asociación nacional de poliestireno expandido (s.f) define: "Material del tipo plástico de estructura celular y semi rígido fabricado desde el moldeo de perlitas preexpandidas de poliestireno expandible, el cuál presenta su estructura celular cerrada y compuesta de aire" (párr.2).



*Figura 1.* Poliestireno expandido.

Fuente: Asociación nacional de poliestireno expandido.

Según la Asociación nacional de poliestireno expandido (s.f) indicaron:

Las propiedades físicas y químicas más resaltantes que posee este material podemos encontrar:

## **Propiedades físicas**

### **Densidad**

“La elaboración a base de poliestireno expandido (EPS) tiene la propiedad de ser ligeros manteniendo su resistencia. Además, dependen de las densidades y estas varían de acuerdo a los rangos que van a partir de 10kg/m<sup>3</sup> y llegan a los 50 kg/m<sup>3</sup>” (p. 1).

### **Resistencia mecánica**

Mide la capacidad de someterse a los esfuerzos del EPS y que a partir de ello se determina estas características:

Resistencias a compresión, tracción, flexión, y esfuerzo cortante con una deformación del 10%.

### **Aislamiento térmico**

El EPS cuenta con las propiedades de aislador térmico por la forma como está estructurada el material y que principalmente está conformado por aire interno con un 98% del volumen del material y 2% de estructura sólida celular (poliestireno). Por lo tanto, la corriente de aire en descanso es un extraordinario aislador de temperatura.

### **Comportamiento frente al agua**

“El EPS es un material que sumergiéndolo totalmente al agua tendrá mínimos niveles de absorción que varían desde el 1% y el 3% en volumen (ensayo después de 28 días)” (p.1).

### **Estabilidad dimensional**

El poliestireno expandido está sujeta a mostrar cambios dimensionales por la intervención térmica, estos cambios se determinan por medio del coeficiente de dilatación térmica. La densidad es autónoma del EPS y se asienta desde 0.05 y 0.07 mm, por cada metro y grado centígrados.

### **Estabilidad frente a temperaturas**

EPS se puede utilizar con mucha firmeza ya que no se verán afectados y no tienen tope alguno por el lado inferior (a excepción los cambios de dimensión debido a contracciones) y con relación con el lado superior el tope de temperatura de su empleo se aproxima cerca de los 100 °C solo para unos pequeños tiempos y para 80 °C para casos prolongados y con la muestra sujeto a cargas de 20 kpa.

### **Comportamiento frente a factores atmosféricos**

A consecuencia de los rayos ultravioletas las caras del EPS se tornan de color amarillento y se vuelven débiles, de manera que el aire y la precipitación consiguen erosionarla. Dado que esto solamente se ocasiona si tiene un buen tiempo expuesto a la radiación UV, sin embargo, para los embalajes y envase no se contempla de mucha importancia ya que no le afecta de una manera considerable.

### **Procedimiento de fábrica del EPS**

El EPS es originado por mezcla del estireno con la inclusión de un elemento aplicado para expandir a base de pentano. Dicho polímero se muestra en forma de perlitas redondas tamaños entre 0,3 y 2 mm. El EPS se consigue a partir de tres etapas de producción:

#### **La preexpansión**

La materia prima se calienta en la máquina de preexpansores, dentro de la cual se introduce en un vapor de agua a una temperatura aproximada entre 80 y 110 °C y que extiende el pentano y ensancha las partículas (inclusivo en 50 veces su volumetría original).



*Figura 2.* Materia prima antes y después de la etapa de pre expansión.

Fuente: Asociación nacional de poliestireno expandido.

#### **Reposo intermedio y estabilización**

Al estar en silos ventilados durante varias horas las partículas expandidas crean una cavidad interior que iguala con la introducción de aire. De esta manera las perlitas incrementan su volumen de expansión.

## Expansión y moldeo final

La fundación de energía de la comunidad de Madrid (2012) indico:

Una vez que las perlititas expandidas anteriormente y con estabilización son moldeados, cerrados donde serán sujetos a una inyección de vapor de agua, luego de este proceso las perlas tienden a expandirse llenando toda la capacidad del molde y así formar estructuras como bloques que se pueden formar en planchas, bovedilla, cilindros, etc. Esta transformación hace que el poliestireno expandido que esté formado por un 98% de aire, con una capacidad aislante y se le puede dar la forma que se necesite. (p.22)

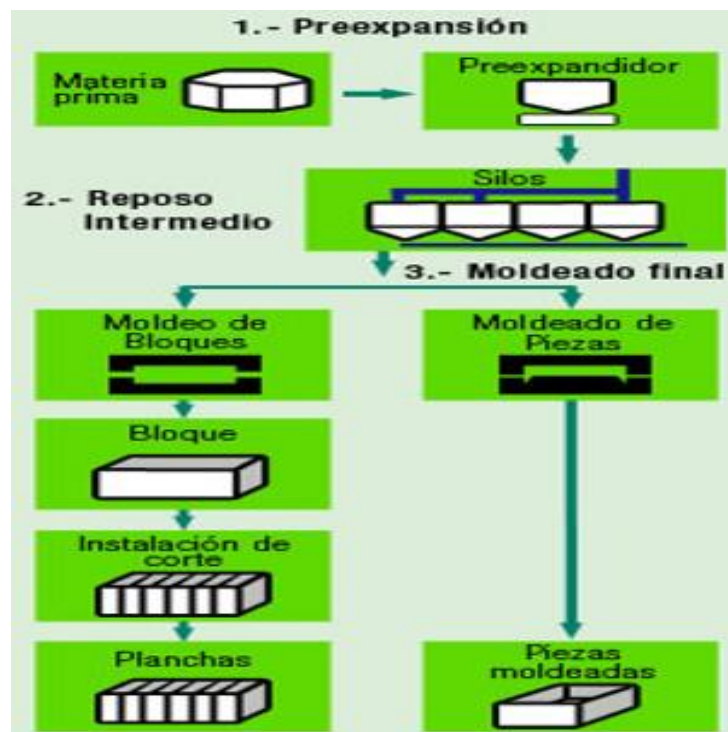


Figura 3. Proceso de fabricación del EPS.

Fuente: Asociación nacional de poliestireno expandido.

## **Aplicación del Poliestireno Expandido en obras de ingeniería civil**

Arte y Cemento (2011), Informa acerca de la utilización del poliestireno expandido en la construcción, donde se pueden sacar provecho de sus propiedades tales como:

- Aplicación en carreteras sin asentamiento.
- Elementos verticales aislantes de ruido.
- Reparación de carreteras asentadas.
- Protección de suelo frente a heladas.

## **Importancia de la Aplicación del Poliestireno Expandido**

La importancia de la utilización del EPS en los bloques de albañilería, contará con las siguientes propiedades:

### **Las propiedades térmicas y acústicas**

Según Arrieta y Peñaherrera (2001), La transferencia de calor por medio del muro son un inconveniente que perjudica la comodidad de la familia y tener calefacción en la vivienda tiene un alto costo. Debido a esto es que los bloques tienen capacidades térmicas ya que en su elaboración influye el espesor y el material de lo que están hechos. Además, al aplicar mortero hechos a base de agregados livianos de origen volcánico pueden reducir la transferencia térmica en los muros. En lo relacionado a la absorción, los bloques tienen la facilidad de tener una absorción que varía entre el 25% y 50% considerando que el 15 % es suficiente para los materiales que se emplean en las obras de asentado de muro, y tiene una capacidad acústica que es mejor que otros materiales empleados.

### **Bloques de albañilería para tabiquería**

#### **El concreto**

Según Gutiérrez (2003) indicó que el concreto hidráulico, viene a ser una combinación uniforme de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua con la posibilidad de incluir en algunos casos los aditivos.

Según Abanto (2015), quien explico: “Es una combinación de cemento portland, arena fina, arena gruesa, agua y aire dosificadas para poder obtener resultados y propiedades fijas.” (p. 11).

## **Etapas para la producción del concreto**

La mezcla puede ser elaborada de manera industrial o artesanal pero siempre se respetará los pasos para realizarlo dado que los procesos se mantienen cada vez que se elabora el concreto.

Asimismo, se dividen en las siguientes etapas:

- Cálculo de materiales (Dosificar)
- Combinación de materiales (Mezcla)
- Traslado
- Ubicación en la zona
- Proceso de fragua
- Curado

## **Propiedades del concreto**

### **Trabajabilidad**

Según Abanto (2015) indicó: “el concreto en estado fresco puede brindarnos mayor facilidad de trabajo al ser combinado, transportado, sin presentar exceso de segregación ni exudación durante las operaciones de trabajo” (p.47).

Asimismo, Rivva (2015) explica que es la capacidad del concreto en un estado de fácil manipulación para ser colocado y consolidado en diferentes ambientes, evitando la segregación.

### **Consistencia**

La consistencia se basa en la cantidad de humedad de la mezcla, dado por que a mayor humedad de la mezcla mayor fluidez tendrá el concreto.

Tabla 1.

*Clasificación de mezclas por su grado de asentamiento.*

<b>Consistencia</b>	<b>Slump</b>	<b>Trabajabilidad</b>	<b>Método de compactado</b>
Mezcla Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Normal vibración
Mezcla Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración chuseada
Mezcla Fluida	> 5"	Muy trabajable	Requiere chuseado

Fuente: Abanto. (2015), Tecnología del concreto.



## **Cemento**

Gutiérrez (2003), define que es el resultado obtenido de la pulverización del clinker con el yeso y que el clinker es producto de la calcinación hasta lograr una mezcla o combinación proporcionada de materiales silíceos, calcáreos y férricos. Pasquel (1998), define que es un aglomerante que absorbe el agua con gran facilidad, y que resulta del proceso de rocas calizas, y arcillas, hasta lograr que se convierta en partículas muy finas que al mezclarlas con agua se fragua alcanzando propiedades resistentes y adherentes.

De la norma técnica E.060 Concreto Armado (2014), lo define como “resultado del proceso de pulverización del Clinker con la incorporación de sulfato de calcio. Además, todos los productos incorporados serán pulverizados simultáneamente con el Clinker” (p.423).

Pasquel (1998), indica que para el cemento portland existen varios tipos que son los siguientes:

Tipo I: Es el de uso frecuente en las obras de construcción, donde no se necesita de otras características peculiares.

Tipo II: Es el que está expuesta a moderada acción de los sulfatos y donde se requiere moderada calor de hidratación.

Tipo III: Es el que tiene mayor resistencia inicial. El cemento tipo III utilizado para elaborar un concreto que obtiene una resistencia a los 3 días como si fuera de uno convencional (tipo I o tipo II) que se obtiene a los 28 días. Además, es utilizada para climas fríos o donde se requiere avanzar con mayor rapidez en las etapas de estructura.

Tipo IV: Es el que se destina para tener bajo calor de hidratación.

Tipo V: Es el que tiene alta resistencia a la participación de los sulfatos y es empleado en proyectos de construcciones de obras hidráulicas que están expuestas al agua.

## **Agua**

Es usada para la elaboración del concreto y su curado respectivo, que están relacionado a la resistencia y la durabilidad.

## **Agregados**

Los agregados son elementos granulares compactos que se emplean continuamente en el sector de la construcción. Su nombre de agregado se origina porque se mezcla o combinan con el cemento y el agua produciendo morteros y concretos de diferentes resistencias.

### **Agregado fino**

Rivva (2015) define: “procedente de la descomposición de forma natural o artificial de las rocas, que pasa por el tamiz 9.5 mm (3/8”) y que satisface los márgenes implantados en la norma NTP 400.037” (p.24).

Este agregado puede ser de arena natural, las partículas estarán limpias y que la figura preferiblemente sea angular, consistente, duras, resistentes y sólidos.

Abanto (2015) explica que el agregado fino es aquel que tiene el tamaño adecuado que pase por el tamiz 9.5 mm (3/8”) y que cumpla con NTP 400.037.

Tabla 2.  
*Límites de granulometrías.*

<b>Malla</b>	<b>% Que Pasa</b>
3/8"	100
N° 4	95-100
N° 8	80-100
N° 16	50-85
N° 30	25-60
N° 50	10-30.
N° 100	2-10.

Fuente: NTP 400.037.

### **Agregado grueso**

“Se determina como el elemento que retiene la malla 4.75. mm (N° 4.) y satisface los lineamientos implantados por la NTP. 400.037” (Rivva, 2015, p.27).

“Este agregado será rocas de origen natural, piedras partidas o agregado metálicos innatos y podrán ser utilizados para la elaboración de concretos ligeros que podrán tener origen natural o artificial” (Rivva, 2015, p.27).

“Agregado grueso es el material que se retiene en la malla 4.75 mm (N° 4) originario de la descomposición de rocas la cuál satisface los lineamientos implantados por la NTP. 400.037” (Abanto, 2015, p.26).

### **Unidad de albañilería**

Según Reglamento Nacional de Edificaciones la E.070. Albañilería, (2014). Ladrillos y bloques elaborados de arcilla cocida, también existen de concreto o de sílice-cal. En su forma física pueden ser hueca, sólida, tubular o alveolar.

## **Características generales**

Según el RNE (2014) define:

“Se llama ladrillo a toda unidad cuyo tamaño y peso posibilita que sea fácil de operar con una mano. Se llama bloque a toda unidad que por su tamaño y peso se necesita de las dos manos para su manipularlo” (p.521).

“Las unidades de albañilería según la normativa son ladrillos y bloques cuya producción se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto” (p.521).

“Las unidades a utilizar serán sólidas, huecas, alveolares o tubulares y se podrán elaborar de manera manual (artesanal) o industrial” (p.521).

“Los bloques de concreto a utilizar deberán alcanzar su resistencia establecida y su equilibrio volumétrico. Para las unidades curadas con agua tendrán tiempo mínimo para ser empleados a los 28 días” (p.521).

## **Tipos de unidades de Albañilería**

Según San Bartolomé (1994), Dentro de las unidades de albañilería más reconocidas tenemos:

### **Unidades de arcilla**

En el Perú como también en el extranjero hay distintos tipos de unidades de albañilería, esto se debe a los distintos procesos de fabricación y materia prima utilizada. La arcilla utilizada para la elaboración de las unidades de albañilería se subdivide en calcáreas y no calcáreas. Tenemos el primer tipo que contiene carbonato de calcio en un 15%, lo cual genera en las unidades un color amarillento; en el segundo tipo, posee un 5% de óxido de hierro con un agregado de silicato de alúmina, esto le otorga un tono rojizo. Para la elaboración de las unidades se requiere dosificar la mezcla mediante pesos (incluyendo el agua) y seguidamente para ser moldeados por unas prensas hidráulicas. Luego tienen el proceso de curado al estar endurecidos. La cal reacciona químicamente con el silicio, formando un agente cementante. Lo ventajoso de estas unidades sobre las de arcilla es que sus dimensiones no varían por el proceso de fabricación contando con una resistencia de compresión alta y como desventaja es que tiene poros cerrados por lo que no permite una fácil adherencia con los morteros.

### **Unidades sílico-calcáreas**

En Perú existe una única fábrica (La casa) productora de este tipo de unidad en distintas

modalidades, existen: bloques, ladrillos (huecos y macizos) y unidades apilables. Esta unidad está compuesta de cal hidratada (10%) y arena (con un 75% de sílice), lo que da como resultado unidades de color claro (blanco) grisáceo, además se les puede adicionar un matiz para cambiar de tonalidad.

En la elaboración de las unidades es necesario dosificar la mezcla mediante pesos (incluyendo el agua) y seguidamente para ser moldeados por unas prensas hidráulicas. Luego tienen el proceso de curado al estar endurecidos.

### Unidades de concreto

Las unidades de concreto tienen una ventaja mayor a comparación de las dos anteriores ya que dependiendo de su dosificación se pueden obtener propiedades según lo que se requiera. Las unidades de concreto pueden elaborarse de manera empírica (artesanal) o industrial (fábricas) y también se les puede adicionar pigmentos que harán que varíe en su coloración. A este tipo de unidades se le puede añadir materiales nuevos que le proporcionen propiedades nuevas mejorando las propiedades básicas que posee o agregándole nuevas.

### Clasificación

Tabla 3.  
*Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.*

CLASE	VARIACIÓN. DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA. CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'b mínimo en MPA (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Hasta 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

Fuente: Norma Técnica E.070 Albañilería.

P: Utilizado en las edificaciones con muros portantes.

NP: Utilizado en las edificaciones con muros no portantes.

## **Aceptación de la unidad**

Según la norma técnica E.070 Albañilería indica:

“La dispersión de los resultados (coeficientes de variación) no debe ser mayor que el 20% en unidades elaboradas industrialmente, o el 40% para unidades elaboradas artesanalmente” (p. 522).

“Las unidades de arcilla y sílico calcáreas no deben tener una absorción mayor al 22%, asimismo los bloques de concreto tendrán como máximo el 12% de absorción y los bloques de concreto NP, no deberán pasar el 15% de absorción” (p.522).

“El grosor mínimo de las caras laterales de asentado será de 25mm para el bloque tipo P y para el bloque de tipo NP será de 12 mm” (p.522).

La unidad de albañilería no tendrá elementos extraños en su parte interior o exterior.

“La unidad de albañilería de arcilla deberá estar bien cocida, poseerá una tonalidad uniforme y no mostrará vitrificaciones” (p.522).

Las unidades de albañilería no poseerán grietas, fracturas u otras características semejantes que afecten su resistencia o durabilidad.

La unidad de albañilería no debe tener manchas blanquecinas debido a la humedad (sulfatos) o de otras características.

## **Normas técnicas peruanas en bloques de concreto**

Según la NTP 399. 602., los bloques de concreto para fin estructural tienen como requisito  $f'b = 7 \text{ MPa}$  (71.4 kg/cm<sup>2</sup>).

Tabla 4.  
*Requisitos para el bloque de concreto estructural.*

<b>Requisito</b>	<b>Valor</b>
Resistencia a la compresión	7 Mpa
Absorción máxima	12%
Variación dimensional	± 3mm
Contracción lineal de secado	< 0.065%

Fuente: NTP 399.602.

NTP 399.600, los bloques de concreto para uso no estructural tienen como requisito  $f'b = 4 \text{ MPa}$  (40.8 kg/cm<sup>2</sup>)

Tabla 5.  
*Requisitos para el bloque de concreto no estructural.*

<b>Requisito</b>	<b>Valor</b>
Resistencia a la compresión.	4 MPa
Absorción máxima.	12%
Variación dimensional.	± 3mm
Contracción lineal de secado	< 0.065%

Fuente: NTP 399.600.

### **Bloque hueco o perforado**

Según la NTP 399.600, (2017) “Es la aquella unidad que posee una sección completa, en el en el la cara de asiento, que es 75% o menos de la sección completa en el mismo lado” (p.3).

Según la NTP 400.006, (2016) “Las dimensiones modulares preferidas en los diferentes tipos de bloques de concreto, para sentado con mortero de cemento, cal” (p.2).

Tabla 6.  
*Medidas modulares.*

<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Alto</b>
40 cm		20 cm
30 cm	20 cm	30 cm
20 cm	10 Cm	10 cm

Fuente: NTP 399.006.

Según la NTP 400.006, (2016) “Las medidas nominales para bloques huecos de concretos asentados con mortero de cemento, cal o similar para juntas verticales y horizontales” (p.2).

Tabla 7.  
*Medidas nominales.*

<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Alto</b>
39 cm		19 cm
29 cm	19 cm	29 cm
19 cm	9 cm	9 cm

Fuente: NTP 399.006.

### **Propiedades físicas de los bloques de concreto**

#### **Variación dimensional**

Los bloques de concreto realizados artesanalmente no tienen unas dimensiones perfectamente establecidas, dado que, existen diferencias de largo, ancho y alto.

## **Alabeo**

En los bloques existen deformaciones en las zonas de asiento llamadas concavidades o convexidades, la secuela de estos defectos geométricos en las obras de edificación donde se desarrolla el asentado de muro se ven en la obligación de realizar mayores juntas de mortero que las estandarizadas. Entonces, a mayores defectos habrá mayor espesor de junta.

## **Absorción**

Según Arrieta y Peñaherrera (2001), “La absorción máxima del agua que está a temperatura ambiente se mide el flujo del agua expresado en porcentaje del peso seco absorbido por el bloque sumergido en el agua, la cual se realiza para tener en cuenta la permeabilidad” (p.14).

## **Propiedades mecánicas del bloque de concreto**

### **Resistencia a la compresión**

Según Pérez (2016), la resistencia a la compresión de los bloques es donde se ve la calidad estructural de acuerdo a los materiales que está conformado y el nivel de su durabilidad de acuerdo a los efectos de la intemperie.

## **Formulación del problema**

### **Problema general**

¿De qué manera influye la incorporación del poliestireno expandido en la resistencia a la compresión de bloques de albañilería para ser utilizados como tabiquería?

### **Problemas específicos**

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- ¿De qué manera la incorporación del poliestireno expandido aligera el peso de bloques de albañilería para ser utilizados como tabiquería?
- ¿De qué manera influye la incorporación del poliestireno expandido en la dosificación de bloques de albañilería para ser utilizados como tabiquería?
- ¿Cuáles son los resultados de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería con la incorporación del poliestireno expandido para ser utilizados como tabiquería?

## **Justificación del estudio**

En esta parte verificaremos las razones por las cuáles se realiza la investigación tomando en cuenta 4 aspectos fundamentales, apoyando de la manera más eficaz a las futuras investigaciones, entre estas tenemos:

### **Justificación teórica**

Hoy en día en la mayoría de edificaciones del Perú y otras partes del mundo el material predominante es el concreto, por ello es necesario realizar información para aprovechar al máximo sus propiedades, como también poder mejorarlas para un uso en específico. La importancia de aplicar el Poliestireno Expandido en los bloques de albañilería se basa en poder contar con un mejor material que cumpla los parámetros de tabiquería, incrementando su capacidad aisladora (térmica y acústica). Con esto también apoyamos al conocimiento que se tiene sobre el poliestireno expandido, y a las investigaciones futuras sobre el tema.

Fierro y Almeyda (2011), En el Perú el sector construcción utiliza el concreto como material primordial de todo proyecto debido a que el concreto tiene mayor demanda en las viviendas y proyectos civiles, pero esto no solamente se utiliza en Perú sino a nivel mundial, por ello es un material altamente estudiado por los profesionales, ya que, ellos deben comprender el comportamiento y sus características al emplearlo en diferentes etapas del proceso constructivo.

Ramírez (2017), La ingeniería civil como distintas materias tienen la capacidad de dirigirse en el presente y futuro de las novedades tecnológicas a favor del crecimiento al emplear el EPS en la producción de bloques de concreto liviano los cuales serán empleados como tabiquería encaja en una alternativa sólida y de bajo precio que se puede utilizar en provecho del sector construcción.

### **Justificación metodológica**

Con el uso del EPS en los bloques de albañilería obtendremos propiedades que se adecuen más a las necesidades de cada edificación, además podemos reducir la contaminación ambiental. Se utilizarán ensayos de laboratorio con la finalidad de poder tener un sustento a la investigación para poder ser utilizado en construcción.

Fierro y Almeyda (2011), El principal objetivo del proyecto es hallar nuevos materiales innovadores tal como el concreto con perlitas de poliestireno, además este proyecto analiza



su comportamiento y se compara con un material semejante, al concreto simple, para comprobar cuál tiene una destacada capacidad como aislante térmico y acústico, y debido a estas investigaciones favorece a mejores hallazgos para la mejora del concreto ofreciéndole nuevos beneficios.

### **Justificación tecnológica**

La aplicación del Poliestireno Expandido se utilizará para mejorar las propiedades en los bloques de albañilería ya que tiene por objetivo aligerar, controlar el ruido y la temperatura, generando una mejor comodidad para las personas quienes serán los usuarios de los espacios edificados con estos materiales aislantes. Esto permite la innovación de materiales en construcción con el fin de mejorar los procesos y obtener buenos resultados en su utilización.

Fierro y Almeyda (2011), El concreto, da la oportunidad de transformar los aspectos físicos y químicos de su diseño para alcanzar distintos tipos de resultados, y al añadir novedades tecnológicas nos da una oportunidad de conseguir productos anhelados para una etapa establecida.

Sierra (2014), Esta investigación tiene por objetivo disminuir el propio peso en los bloques con adición de EPS a comparación del bloque normal, teniéndose en consideración como una gran ventaja para los diseños estructurales por cuanto disminuirá el propio peso del elemento, permitiendo disminuir la carga muerta en una estructura y para los constructores puesto que se trata de un innovador sistema constructivo en aligeramiento de losas.

### **Justificación económica**

Esta investigación será beneficiosa para las personas que decidan emplear este material en sus viviendas o ingenieros que realicen proyectos, ya que se llegará a mejorar las propiedades de los bloques de albañilería. Al mismo tiempo se reducirán los procesos constructivos para llegar a un mismo resultado, esto generará una reducción del costo a comparación del material convencional y los procesos empleados actualmente.

Sierra (2014), Al obtener una dosificación adecuada en la preparación de los bloques de poliestireno que contiene materiales como cemento, arena y agua, el resultado será importante ya que el producto es innovador, con un bajo precio, por el contenido de perlas (esferas) de EPS que serán remplazadas por material molido producto del reciclaje de

espuma flex que al comparar con el costo de los agregados pétreos que se remplazarán serán relativamente bajos.

Ramírez (2017), El precio de la unidad de concreto ligero es semejante al del ladrillo pandereta y la facilidad del concreto es que al producir los ladrillos livianos solo se utilizara el cemento, arena, EPS y agua.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis general**

**HG:** La incorporación del poliestireno expandido reduce la resistencia a la compresión de bloques de albañilería para ser utilizados como tabiquería.

### **Hipótesis específicas**

**HE1:** La incorporación del poliestireno expandido por la baja densidad que tiene, permite aligerar el peso de bloques de albañilería para ser utilizados como tabiquería.

**HE2:** La incorporación del poliestireno expandido reduce la cantidad de agregado grueso (confitillo) en la dosificación de bloques de albañilería para ser utilizados como tabiquería.

**HE3:** El bloque de albañilería con la incorporación del poliestireno expandido cumple las resistencias mínimas de las NTP y RNE para ser utilizados como tabiquería.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Analizar la influencia de la incorporación del poliestireno expandido en la resistencia a la compresión de bloques de albañilería para ser utilizados como tabiquería.

### **Objetivos específicos**

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

**OE1:** Analizar la incorporación del poliestireno expandido en el peso de bloques de albañilería, para ser utilizados como tabiquería.

**OE2:** Determinar la influencia de la incorporación del poliestireno expandido en la dosificación de bloques de albañilería para ser utilizados como tabiquería.

**OE3:** Explicar los resultados de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería con la incorporación del poliestireno expandido para ser utilizados como tabiquería.

## **II. MÉTODO**

## **2.1 Tipo y diseño de investigación**

### **Tipo de investigación**

La investigación aplicada “se diferencia por contar con propósitos prácticos inmediatos correctamente planteados, se realiza la investigación para intervenir, modificar, transformar o innovar variaciones en una determinada zona” (Carrasco, 2005, p.43).

### **Nivel de investigación**

Los estudios realizados son descriptivos ya que se basan en especificar las propiedades, las características u otra cualidad que se integra a un estudio. Esto quiere decir, solamente busca poner a prueba o recopilar datos sobre las definiciones de las variables según la indagación que se realizara (Hernández, Fernández y Pilar, 2010).

Los estudios explicativos están orientados argumentar los sucesos y acontecimientos físicos o sociales donde se desarrolle los diferentes tipos de proyectos de investigación. Lo que se quiere es describir el por qué se vincula dos o más variables (Hernández et al., 2010).

Los estudios serán descriptivos - explicativos para el desarrollo de la investigación.

### **Diseño de investigación**

El diseño de la investigación es experimental ya que se basa en obtener resultados a partir de realizar ensayos de laboratorio que son necesarios para esta investigación.

Hernández. et al., (2010), “El diseño de esta investigación es transversal ya que recoge información en un solo momento o en un determinado tiempo” (p. 151).

## **2.2 Operacionalización de variables**

### **Variables**

Variable Dependiente: Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería.

Variable Independiente: Poliestireno expandido.

### **Operacionalización de las variables**

Se indica la forma en que se va a medir las variables, se define las dimensiones conceptualmente y operacionalmente, con sus indicadores, como se muestra a continuación.

## Matriz de Operacionalización de las variables

Tabla 8.

*Matriz de operacionalización de las variables de la investigación.*

Variable	Definición. Conceptual	Definición. Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de medición
VI: Poliestireno expandido (ANAPE, s.f, párr.2)	“Material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas de poliestireno expandible o uno de sus copolímeros, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire” (ANAPE, s.f, párr.2).	Se recogerán los datos a partir de fuentes primarias, aplicando la técnica de recolección de información. Para poder determinar la importancia que tienen la intervención del poliestireno expandido en los bloques de albañilería, realizando ensayos de laboratorio para comprobar el comportamiento que tiene.	Cantidad (ANAPE, s.f, párr.3)	25 % de perlitas EPS 60% de perlitas EPS	Ficha técnica	kg kg
			Densidad (ANAPE, s.f, párr.4)	10	Ficha técnica	kg/m3
			Granulometría (ANAPE, s.f, párr.5)	2 - 10	Ficha técnica	mm
VD: Resistencia a la compresión de bloques de albañilería (NTP 399. 604, 2002, p.16)	“Son utilizadas en construcciones de albañilería, elaboradas de arcillas, arena/cal y también de concreto son denominados ladrillos o bloques dependiendo su tamaño, peso y manejabilidad” (Bartolomé, 1994, p.105).	Para mejorar las propiedades de los bloques de albañilería se contará con la información de los materiales para la elaboración de una dosificación, utilizando los materiales del cual estará compuesto el concreto para elaborar el bloque.	Bloques de albañilería (NTP 399. 600, 2002, p.5)	28	NTP 399.600	días
			Dosificación de bloques (Abanto, 2015, p.34)	Cemento Arena gruesa Confitillo Agua	Método ACI - 211	kg kg kg Lt
			Resistencia a la compresión (NTP 399. 604, 2002, p.4)	Fuerza axial	NTP 399.604	kg
				Área	NTP 399.604	cm2
F'c	NTP 399.604	kg/cm2				

Fuente: Propia Elaboración.

## **2.3 Población, muestra y muestreo**

### **Población**

Borja (2012), “Desde el punto de vista estadístico, se denomina población o Universo al conjunto de elementos o sujetos que serán motivo de estudio” (p.30).

Esta investigación la constituye una población de 15 bloques de albañilería.

### **Muestra**

Según Hernández. et al. (2010.), “El objeto de muestra en una parte de la población utilizada para el estudio de la cual se obtendrá la información, y tiene que delimitarse de con precisión, el cuál será resaltado de la misma población” (p.173).

Se tomó como muestra una cantidad de 15 bloques de albañilería de los cuales 5 serán patrones (concreto convencional), y los otros 5 serán al 25 % del poliestireno expandido en reemplazo del confitillo y los últimos 5 bloques serán al 60% del poliestireno expandido en reemplazo del confitillo, los cuales se someterán a pruebas de compresión a la edad de los 28 días con las dimensiones 9x19x39 cm, con fin de analizar sus características y propiedades para ser utilizados como tabiquería.

### **Muestreo**

En la investigación se aplicó el muestreo no probabilístico del tipo intencional.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

Para responder cada uno de los objetivos específicos se utilizará las técnicas e instrumentos:

### **Técnicas**

Carrasco (2005), la observación en laboratorio “Se ejecutarán las pruebas dentro de un laboratorio bien equipado con equipos, instrumentos y medios debidamente preparados y adecuadamente organizados” (p. 286).

### **Instrumento**

Según Carrasco (2005), “Son todas las herramientas físicas, mecánicas o manuales que permiten recaudar los datos de las pruebas respectivas” (p.284).

Se realizará la recolección de datos.

- Se utilizarán los estudios y pruebas basándose a las normas técnicas peruanas (NTP).

- Se realizarán ensayo de F'c de los bloques de albañilería a los 28 días.
- El método empleado para el diseño de mezcla es el ACI de comité 211.

### **Validez**

Según Hernández. et al. (2010), “La validez, en términos globales, hace referencia al nivel en que un instrumento realmente mide la variable que será medida” (p.201).

La validez será oficializada por el laboratorio donde se desarrolle los ensayos respectivos, mediante los certificados de calibración de los equipos utilizados y respetando las normas técnicas peruanas.

### **Confiabilidad**

Según Carrasco (2005), “Es una característica o propiedad del instrumento de medición, que le permite la obtención de resultados, al ser aplicado en una o más personas en diferentes periodos de tiempo” (p.339).

## **2.5 Métodos de análisis de datos**

La actual investigación se realizará un análisis de los resultados de los bloques elaborados con el concreto tradicional aplicando el poliestireno expandido, se procesarán los datos recopilados mediante gráficos y cuadros en Microsoft Excel (hoja de cálculo) donde se puedan mostrar la mejora en las propiedades de los bloques actuales utilizados para tabiquería. Para ello utilizaremos las Normas Técnicas Peruanas.

## **2.6 Aspectos éticos**

Los investigadores se comprometen a no alterar la autenticidad de los datos obtenidos en las distintas pruebas realizadas, la confianza en los datos tomados como guía y fuente de información con el fin de cumplir con los objetivos de dicha investigación.



### **III. RESULTADOS**

### **Agregado Fino**

Para la elección del mismo fue de acuerdo a la accesibilidad de conseguir el material, cumpliendo con la NTP 400.037.

La muestra adquirida para la investigación es obtenida de la cantera de Cieneguilla, distrito de Cieneguilla, provincia de Lima. La ubicación geográfica es:

Latitud. Sur.: 12°05'20.6"

Latitud. Oeste.: 76°51'52.3"

Altitud.: 300 m.s.n.m.

### **Agregado Grueso**

La elección de obtener el agregado grueso fue de acuerdo a la a cercanía y facilidad de poder trabajarlo, cumpliendo con la NTP 400.037.

La muestra adquirida para esta investigación es obtenida de la cantera de Jicamarca, distrito de san Antonio de Chaclla, provincia de Huarochirí. La ubicación geográfica es:

Latitud. Sur.: 11°54'43.6"

Latitud. Oeste.: 76°59'10.2"

Altitud.: 3457 m.s.n.m.



*Figura 4.* Cantera de Jicamarca.

Fuente: Pérez. T. (2016).

## **Análisis granulométrico por tamizado, (Norma técnica Peruana 400.012.)**

Se realiza el ensayo granulométrico para el agregado grueso y el agregado fino, lo cual permitirá la distribución del tamaño de las partículas del suelo, separándolos y clasificándolos de acuerdo al tamiz establecido.

### **Agregado Fino**

#### **Objetivos**

- Determinar el tamaño de las partículas del agregado fino.
- Determinar el módulo de fineza del agregado fino.

#### **Equipos**

- Tamices de malla cuadrada (3/8", N° 4, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200).
- Balanza con sensibilidad mínima
- 1 Horno con capacidad de soportar una temperatura de  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$
- Bandejas, cepillos y brochas.
- Tamizador.
- Cucharones metálicos.

#### **Procedimiento**

- Los 2.00 kg se obtiene de la muestra extraída de la cantera de Cieneguilla para colocarlo al horno a una temperatura de  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  por 24 horas aproximadamente.
- La muestra es mezclada para dividir la muestra en 4 partes (cuarteo), se toman 2 de las 4 muestras y se mezcla, de esta manera se obtiene una muestra de 785.06 g aproximadamente.
- Luego se tamiza por un tiempo de 2 minutos aproximadamente, después pesar la muestra retenida por cada una de las mallas estandarizada y en el fondo.
- Finalmente realizamos el cálculo de la curva granulométrica del agregado fino y el porcentaje que pasa en cada malla.

#### **Cálculos**

Para obtener el Módulo de Fineza se reemplaza los valores obtenidos en la fórmula siguiente:

$$MF = \frac{\% \text{ Retenido Acumulativo (N}^\circ 4. + \text{N}^\circ 8. + \text{N}^\circ 16. + \text{N}^\circ 30. + \text{N}^\circ 50. + \text{N}^\circ 100.)}{100.}$$

El módulo de fineza de la arena debe estar comprendida en:  $2.3 \leq MF \leq 3.1$ , se estima que las arenas que están el rango de modulo fineza de 2.2 y 2.8 generan un concreto trabajable y de con poca segregación. Aquellas que están entre 2.8 y 3.1 son los más utilizados para producir concretos de alta resistencia.

## Resultado

Tabla 9.

*Análisis granulométrico del agregado fino.*

<b>Análisis Granulométrico por Tamizado (Agregado Fino)</b>						
Cantera:	Cieneguilla					
Ensayado elaborado por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.					
Norma:	NTP. 400.012					
Masa del agregado fino:	785.06 g					
<b>Tamiz</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Peso. Retenido (g)</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Retenido Acumulada</b>	<b>% Pasa</b>	<b>Límite % que pasa ASTM C33</b>
3/8"	9.75	0.00	0.00	0.00	100.00	100
N° 4	4.75	14.00	1.78	1.78	98.22	95 - 100
N° 8	2.36	100.42	12.79	14.57	85.43	80 - 100
N° 16	1.18	141.91	18.08	32.65	67.35	50 - 85
N° 30	0.60	146.99	18.72	51.37	48.63	25 - 60
N° 50	0.30	203.51	25.92	77.30	22.70	10 - 30
N° 100	0.15	123.55	15.74	93.03	6.97	2 - 10
N° 200	0.075	47.00	5.99	99.02	0.98	0 - 2
FONDO	0.00	7.68	0.98	100.00	0.00	
<b>TOTAL</b>		<b>785.06</b>	<b>100.00</b>			

Módulo de Fineza (MF) = 2.71

Fuente: Elaboración propia.

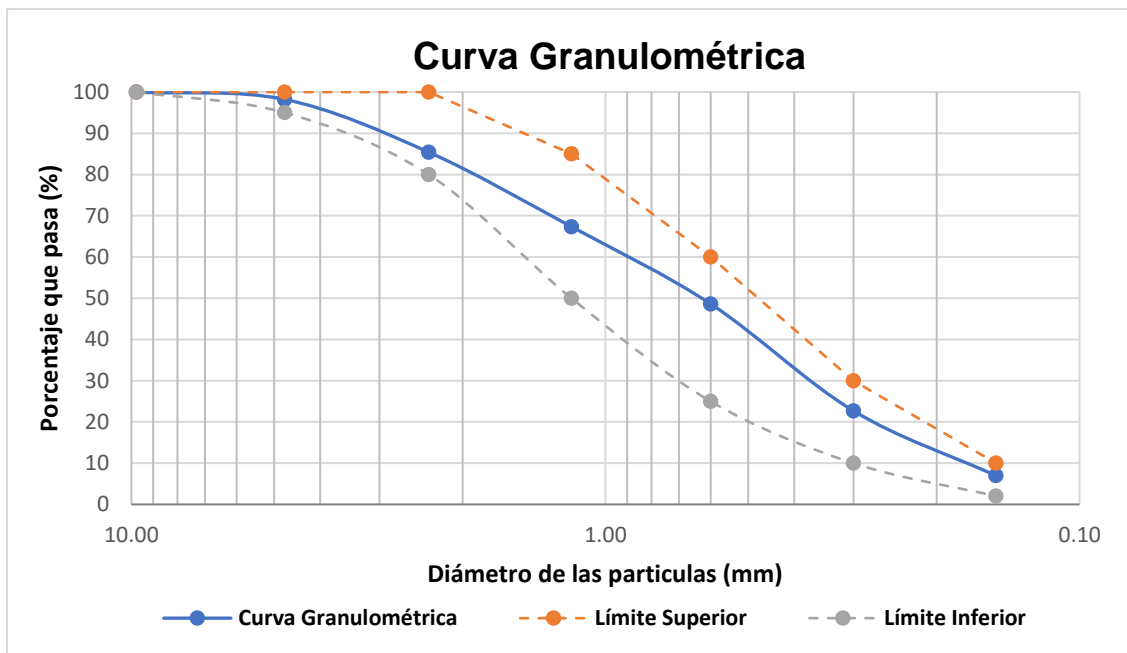


Figura 5. Curva granulométrica del agregado fino.  
Fuente: Propia elaboración.

**Interpretación:** Desarrollado las pruebas del agregado fino (arena gruesa) de la cantera Cieneguilla, se puede contemplar en el gráfico de granulometría se ubica en los lineamientos plasmados en la normativa. Además, el módulo de fineza es 2.71 lo cual está dentro del límite de estos rangos  $2.3 \leq MF \leq 3.1$ .

## Agregado Grueso

### Objetivos

- Determinar el tamaño de las partículas del agregado grueso.
- Tamaño Máximo (TM).
- Tamaño Nominal Máximo (TNM).

### Equipos

- Tamices de malla cuadrada (1/2", 3/8", 1", N° 4, N° 16).
- 1 Balanza de grado de sensibilidad de 0.1 %.
- 1 Horno de secado con capacidad de  $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$
- Bandejas, cepillos y brochas.
- Tamizador.
- Cucharones metálicos.

## Cantidad de muestra

El peso de la muestra es según el tamaño máximo nominal de las partículas, tal y como se define en la siguiente tabla:

Tabla 10.  
*Cantidad mínima de la muestra del agregado grueso.*

<b>Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)</b>	<b>Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo Kg (lb)</b>
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.0 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 1/2)	15 (33)
50 (2)	20 (44)

Fuente: NTP 400.012.

## Procedimiento

- La muestra extraída de la cantera Jicamarca se coloca al horno a una temperatura de 110 °C ± 5 °C por 24 horas aproximadamente.
- Luego la muestra se mezcla para partir la muestra en 4 porciones parecidas (cuarteo), se toman 2 de las 4 partes y se combinan, de esta manera se obtiene una muestra de 2.160 kg aproximadamente.
- Después de tamizar por un tiempo de 2 minutos aproximadamente, se pesa la muestra retenida en cada tamiz estandarizado y el fondo.
- Finalmente calculamos la curva de granulometría del agregado grueso y el porcentaje que pasa en las mallas.

## Cálculos

El tamaño nominal máximo es aquel el cual pertenece al tamiz de menor de la secuencia empleada, que resulta retenido primero.

El tamaño máximo es aquel que pertenece a la malla más pequeña por donde se filtra la muestra del agregado en su totalidad.

Máximo Tamaño Nominal = 3/8"

## Resultados

Tabla 11.

*Análisis granulométrico del agregado grueso.*

<b>Análisis Granulométrico por Tamizado (Agregado Grueso)</b>						
Cantera:	Jicamarca					
Ensayo elaborado por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.					
Norma:	NTP 400.012					
Masa del agregado. grueso:	2160 g.					
<b>Tamiz</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Peso Retenido (g)</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Retenido Acumulada</b>	<b>% Pasa</b>	<b>Límite % que pasa ASTM C33</b>
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/8"	9.50	233.0	10.8	10.8	89.2	85 - 100
N° 4	4.75	1561.0	72.3	83.1	16.9	10 - 30
N° 8	2.36	292.0	13.5	96.6	3.4	0 - 10
N° 16	1.18	49.0	2.3	98.8	1.2	0 - 5
FONDO		25.0	1.2	100.0	0.0	
TOTAL		2160.00	100.00			
<b>Módulo de Fineza (MF) = 4.11</b>						

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Desarrollado el ensayo de granulometría del agregado (confitillo) de la cantera Jicamarca, se puede contemplar en el gráfico que la curva de granulometría se encuentra en los lineamientos existentes por la norma. Además, el tamaño normado (TMN) es 3/8" (9.50 mm) lo cual debe estar entre los tamices  $N^{\circ} 4 \leq TMN \leq \frac{1}{2} "$ .

## Contenido de humedad (NTP 339.185)

### Agregado fino y grueso

#### Objetivos

En este ensayo se tiene por propósito, hallar el contenido de humedad del agregado fino y grueso expresado en porcentaje.

## **Equipos**

- Agregado fino y grueso con humedad natural.
- Balanza con aproximación de 0.1 gramos.
- 1 Horno con capacidad de  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- 1 Recipiente (tara).
- Cucharon metálico.

## **Procedimiento**

- Pesar el recipiente donde se colocará la muestra.
- Se realizará 3 ensayos con tres pesos diferentes.
- Colocarlo al horno a una temperatura de  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por 24 horas.
- Luego de haber culminado las 24 horas en el horno se retira el recipiente con la muestra para dejarla enfriar a temperatura ambiente.
- Pesar la muestra seca obtenida para poder hallar el contenido de humedad del agregado fino.
- Hallar el promedio de los tres ensayos para obtener el contenido de humedad.

## **Cálculos**

Se obtiene el contenido de humedad reemplazando los datos obtenidos en el laboratorio en la siguiente fórmula.

$$H = \frac{A - B}{B} \times 100$$

Dónde:

A: Peso del agregado húmedo

B: Peso del agregado seco

H: Contenido de humedad (%)



## Resultados

Tabla 12.  
*Contenido de humedad del agregado fino*

Contenido de Humedad del Agregado Fino					
Cantera:	Cieneguilla				
Realizado Por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.				
Norma:	NTP 339.185				
Masa del Agregado Fino:	Ensayo 1 = 236.1 g , Ensayo 2 = 333.0 g, Ensayo 3 = 223.7 g				
Descripción	Símbolo	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Unidad
Peso. de la muestra en estado. natural	A	236.1	333.0	223.7	g
Peso de la muestra secada en horno	B	231.5	326.0	219.4	g
Contenido. de agua	A - B	4.6	7.0	4.3	g
Contenido. de humedad	$H = (A-B/B) \times 100$	2.0	2.1	2.0	%
<b>Promedio =</b>			<b>2.0</b>		<b>%</b>

Fuente: Propia elaboración.

Tabla 13.  
*Contenido de humedad del agregado grueso.*

Contenido de Humedad del Agregado Grueso					
Cantera:	Jicamarca				
Realizado Por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.				
Norma:	NTP 339.185				
Masa del Agregado Grueso:	Ensayo 1 = 1084 g , Ensayo 2 = 738 g, Ensayo 3 = 823 g				
Descripción	Símbolo	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Unidad
Peso. de la muestra en estado natural	A	1084.0	738.0	823.0	g
Peso de la muestra secada en horno	B	1073.0	731.0	815.0	g
Contenido de agua.	A - B	11.0	7.0	8.0	g
Contenido de humedad.	$H = (A-B/B) \times 100$	1.0	1.0	1.0	%
<b>Promedio =</b>			<b>1.0</b>		<b>%</b>

Fuente: Propia elaboración.

### Peso unitario del agregado fino (NTP 400.017)

#### Objetivo

- Hallar el peso unitario suelto del agregado fino.
- Hallar el peso unitario luego de compactar el agregado fino.

## **Equipos**

- 1 Balanza sensible 0.1%
- Varilla compactadora de 5/8" con una longitud de 60 cm de largo con los extremos redondos.
- Cucharon metálico.
- Recipiente metálico cilíndrico.

## **Procedimiento**

### **Peso unitario suelto**

- Se dispone de un aproximado de 8 kg de agregado fino como muestra, donde se realiza el cuarto para tomar dos partes y mezclarlas.
- Se pesa el recipiente metálico cilíndrico en la balanza.
- Luego, se le adiciona al recipiente el agregado fino desde una altura de 5 cm como máximo desde la parte superior del recipiente, hasta que esté completamente lleno e inmediatamente se enrasa con la varilla de 5/8" de 60 cm de largo.
- Por último, se pesa el recipiente con la muestra incluida.

### **Peso unitario compactado**

- Se pesa el recipiente metálico cilíndrico en la balanza.
- Luego se echa el agregado fino al recipiente hasta la tercera parte de su capacidad, después con una varilla compactadora de 5/8" de 60 cm de largo, se apisona el agregado con 25 golpes uniformemente.
- Ya terminado la primera parte se incorpora el agregado hasta las dos terceras partes de su capacidad y se compacta con la varilla con los 25 golpes de forma uniforme.
- Posteriormente se llena el recipiente por completo, luego se compacta con 25 golpes con la varilla de manera uniforme y se enrasa la sobra del agregado del recipiente.
- Por último, se pesa el recipiente con la muestra incluida.

## Cálculos

Se obtiene el peso por unidad compactada y por unidad suelta reemplazando los datos obtenidos en el laboratorio en la siguiente fórmula.

$$PUS = \frac{Ws}{V}$$

$$PUC = \frac{Wc}{V}$$

Dónde:

PUS: Peso unitario suelto en kg/m<sup>3</sup>

Ws: Peso de la muestra suelta en kg.

V: Volumen del molde

PUC: Peso unitario compactado en kg/m<sup>3</sup>

Wc: Peso de la muestra compactada en kg.

## Resultados

Tabla 14.

*Peso por unidad suelta del agregado fino.*

<b>Peso unitario suelto del Agregado Fino</b>					
Cantera:	Cieneguilla				
Ensayo, elaborado por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.				
Norma:	NTP 400.017				
Masa del agregado fino:	Ensayo 1 = 6.150 kg, Ensayo 2 = 6.139 kg, Ensayo 3 = 6.160 kg				
Descripción	Símbolo	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Unidad
Peso de la muestra suelta + molde		6.150	6.139	6.160	Kg
Peso del molde		1.824	1.824	1.824	Kg
Peso de la muestra suelta	Ws	4.326	4.315	4.336	Kg
Volumen del molde (1/3 pie 3)		0.0028	0.0028	0.0028	m <sup>3</sup>
Peso unitario suelto	PUS	1538	1534	1542	kg/m <sup>3</sup>
<b>Promedio =</b>			<b>1538</b>		<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

Fuente: Propia elaboración.

Tabla. 15.  
*Peso por unidad compactada del agregado fino.*

<b>Peso unitario compactado del Agregado Fino</b>					
Cantera:	Cieneguilla				
Ensayo elaborado por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.				
Norma:	NTP 400.017				
Masa del agregado fino:	Ensayo 1 = 6.648 kg, Ensayo 2 = 6.637 kg, Ensayo 3 = 6.654 kg				
<b>Descripción</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Ensayo 1</b>	<b>Ensayo 2</b>	<b>Ensayo 3</b>	<b>Unidad</b>
Peso de la muestra compactada + molde		6.648	6.637	6.654	Kg
Peso del molde		1.824	1.824	1.824	Kg
Peso de la muestra compactada	Wc	4.824	4.813	4.830	Kg
Volumen del molde (1/3 pie 3)		0.0028	0.0028	0.0028	m3
Peso unitario compactado	PUC	1715	1711	1717	kg/m3
	<b>Promedio =</b>		<b>1715</b>		<b>kg/m3</b>

Fuente: Propia elaboración.

### **Peso unitario del agregado grueso (NTP 400.017)**

#### **Objetivo**

- Hallar el peso unitario en suelto del agregado grueso.
- Hallar el peso unitario luego de la compactación del agregado grueso.

#### **Equipos**

- Balanza sensible 0.1%
- Varilla compactadora de 5/8" con una longitud de 60 cm de largo con los extremos redondos.
- Cucharón metálico.
- Recipiente metálico cilíndrico.

#### **Procedimiento**

##### **Peso unitario suelto**

- Se dispone de unos 7.5 kg de agregado grueso como muestra, donde se realiza el cuarto para tomar dos partes y mezclarlas.
- Se pesa el recipiente metálico cilíndrico en la balanza.
- Luego, se le adiciona al recipiente el agregado grueso desde una altura de 5 cm como máximo desde la parte superior del recipiente, hasta que esté completamente lleno e inmediatamente se enrasa con la varilla de 5/8" de 60 cm de largo.

- Por último, se pesa el recipiente con la muestra incluida.

### **Peso unitario compactado**

- Se pesa el recipiente metálico cilíndrico en la balanza.

- Luego se echa el agregado grueso al recipiente hasta la tercera parte de su capacidad, después con una varilla compactadora de 5/8" de 60 cm de largo, se apisona el agregado con 25 golpes uniformemente.

- Ya terminado la primera parte se incorpora el agregado hasta las dos terceras partes de su capacidad y se compacta con la varilla con los 25 golpes de forma uniforme.

- Posteriormente se llena el recipiente por completo, luego se compacta con 25 golpes con la varilla de manera uniforme y se enrasa la sobra del agregado del recipiente.

- Como último paso pesamos recipiente con la muestra incluida.

### **Cálculos**

Se obtiene el peso unitario suelto y compactado reemplazando los datos obtenidos en el laboratorio en la siguiente fórmula.

$$PUS = \frac{Ws}{V}$$

$$PUC = \frac{Wc}{V}$$

Dónde:

PUS: Peso unitario suelto en kg/m<sup>3</sup>

Ws: Peso de la muestra suelta en kg.

V: Volumen del molde

PUC: Peso unitario compactado en kg/m<sup>3</sup>

Wc: Peso de la muestra compactada en kg.

## Resultados

Tabla 16.

*Peso unitario suelto del agregado grueso.*

<b>Peso unitario suelto del Agregado Grueso</b>					
Cantera:	Jicamarca				
Ensayo elaborado por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.				
Norma:	NTP 400.017				
Masa del agregado Grueso:	Ensayo 1 = 5.767 kg, Ensayo 2 = 5.766 kg, Ensayo 3 = 5.764 kg				
<b>Descripción.</b>	<b>Símbolo.</b>	<b>Ensayo 1</b>	<b>Ensayo 2</b>	<b>Ensayo 3</b>	<b>Unidad</b>
Peso de la muestra suelta + molde		5.767	5.766	5.764	kg
Peso del molde		1.824	1.824	1.824	kg
Peso de la muestra suelta	Ws	3.943	3.942	3.940	kg
Volumen del molde (1/3 pie 3)		0.0028	0.0028	0.0028	m <sup>3</sup>
Peso unitario suelto	PUS	1401.9	1401.6	1400.8	kg/m <sup>3</sup>
<b>Promedio =</b>		<b>1401.4</b>			<b>kg/m<sup>3</sup></b>

Fuente: Propia elaboración.

Tabla 17.

*Peso unitario compactado del agregado grueso.*

<b>Peso unitario compactado del Agregado Grueso</b>					
Cantera:	Jicamarca				
Ensayo elaborado por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.				
Norma:	NTP 400.017				
Masa del agregado Grueso:	Ensayo 1 = 6.054 kg, Ensayo 2 = 6.057 kg, Ensayo 3 = 6.061 kg				
<b>Descripción</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Ensayo 1</b>	<b>Ensayo 2</b>	<b>Ensayo 3</b>	<b>Unidad</b>
Peso. de la muestra compactada + molde		6.054	6.057	6.061	kg
Peso. del molde		1.824	1.824	1.824	kg
Peso. de la muestra compactada	Wc	4.230	4.233	4.237	kg
Volumen. del molde (1/3 pie 3)		0.0028	0.0028	0.0028	m <sup>3</sup>
Peso. unitario compactado	PUC	1503.9	1505.0	1506.4	kg/m <sup>3</sup>
<b>Promedio =</b>		<b>1505.1</b>			<b>kg/m<sup>3</sup></b>

Fuente: Propia elaboración.

## **Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022)**

### **Objetivo**

- Determinar el peso específico y absorción del agregado fino.

### **Equipos**

- Balanza sensible 0.1%
- Recipiente volumétrico (fiola) de 500 cm<sup>3</sup> de capacidad.
- 1 Molde que tenga forma de cono.
- 1 Varilla compactadora de 340 g ± 15 g de peso.
- 1 Horno, apto de conservar una temperatura constante de 110 ° C ± 5 ° C.
- Termómetro con aproximación a 0.5 °C.

### **Procedimiento**

- Se obtiene una cantidad de 1kg del agregado fino para realizar el cuarteo.
- Se deja la muestra sumergida en el agua durante 24 horas.
- Se coloca sobre una zona plana expuesta al contacto con el aire que asegura un secado parejo.
- Se aloja el agregado fino en el molde cónico, y se procede dar 25 golpes suaves con la varilla compactadora en la parte superficial y se alza el molde perpendicularmente. Si aún se encuentra húmedo, el cono del agregado mantendrá su figura, y se mantendrá secando la muestra, haciendo repetidamente la prueba del cono hasta que se ocasione una caída al retirar el molde. Es proceso muestra que se ha logrado conseguir que el agregado tenga una condición de superficie seca.
- En seguida se coloca en el frasco volumétrico una muestra de 500 g del agregado fino, y se añade el agua hasta llegas a la marca los 500 cm<sup>3</sup>, después se procede rodar el frasco volumétrico en una zona plana para eliminar el aire retenido. Además, se sacude para luego dejarlo en estado de reposo hasta una hora, cumplido el tiempo se enrasa con agua y se obtiene su peso total del agua.
- Se retira la muestra de agregado fino del frasco y se coloca al horno a una temperatura constante de 110 ° C ± 5 ° C hasta obtener un peso constante y por último se consigue su peso seco.

## Cálculos

$$Pe \text{ bulk(base seca)} = \frac{W}{X + Y - Z}$$

$$\text{Porcentaje de absorción} = \left( \frac{X - W}{W} \right) * 100$$

Donde:

Pe: Peso. específico.

W: Peso. de la muestra secada en horno.

X: Peso. de la muestra saneada en su superficie seca (en el aire).

Y: Peso. de la fiola calibrada con agua.

Z: Peso. de la muestra + peso de la fiola + peso del agua.

## Resultado

Tabla 18.

*Peso unitario y % de absorción del agregado fino.*

<b>Peso unitario y % de absorción del agregado fino</b>					
Cantera:	Cieneguilla				
Ensayado elaborado por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.				
Norma:	NTP 400.021				
Masa del agregado fino:	Ensayo 1 = 500 g, Ensayo 2 = 500 g				
<b>Descripción</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Ensayo 1</b>	<b>Ensayo 2</b>	<b>Unidad</b>	
Peso. de la muestra saturado superficialmente seco (en el aire)	X	500.00	500.00	g	
Peso. de la fiola calibrada con agua	Y	691.70	691.70	g	
Peso. de la fiola	X + Y	1191.70	1191.70	g	
Peso. de la muestra + peso de la fiola + peso. del agua	Z	1004.60	1004.35	g	
Vol. de masa + vol. de vacíos	X + Y - Z	187.10	187.35	cm <sup>3</sup>	
Peso de la muestra seca en el horno (105° C)	W	493.52	494.30	g	
Volumen de la masa	Y + W - Z	180.62	181.65	cm <sup>3</sup>	
				<b>Promedio</b>	<b>Unidad</b>
Peso. específico bulk (base seca)	W/(X+Y-Z)	2.638	2.638	<b>2.638</b>	g/cm <sup>3</sup>
Peso. específico bulk (base saturada)	X/((X+Y-Z)	2.672	2.669	2.671	g/cm <sup>3</sup>
Peso. específico aparente (base seca)	W/(Y+W-Z)	2.732	2.721	2.727	g/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de absorción	((X-W)/W)*100	1.31	1.15	<b>1.2</b>	%

Fuente: Propia elaboración.



## **Peso unitario y absorción del agregado grueso (NTP 400.021)**

### **Objetivo**

- Hallar el peso unitario y absorción del agregado grueso.

### **Equipos**

- 1 Balanza sensible 0.5g.
- 1 Cesta de malla de alambre.
- 1 Recipiente adecuado para sumergir la cesta de malla de alambre en el agua.
- 1 Horno, apto de conservar una temperatura constante de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- 1 Termómetro con aproximación a  $0.5^{\circ}\text{C}$ .
- 1 Cucharón metálico.

### **Procedimiento**

- Es obtenido de 8 kg del agregado grueso para realizar el cuarteo.
- Se lava la muestra hasta lograr que el agua un aspecto translucido, luego se sumergirá en el agua durante 24 horas a temperatura ambiente.
- Terminado el tiempo de inmersión se saca las muestras del agua y se procede a secarlas sobre una tela absorbente. Luego se tiene la muestra en la situación de saturado superficialmente seca.
- Posteriormente se pesa y se ubica la muestra saturada superficialmente seca en la cesta de alambre y se obtiene su peso en el agua a una temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .
- Se procede a secar la muestra a peso constante, con una temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$  a  $110^{\circ}\text{C}$ , luego se deja enfriar durante un tiempo de una hora a tres horas, para poder pesarlo.

### **Cálculos**

$$P_e \text{ bulk(base seca)} = \frac{C}{A - B}$$

$$\text{Porcentaje de absorción} = \left( \frac{A - C}{C} \right) * 100$$

Donde:

Pe: Peso específico.

A: Peso de la muestra saturada superficialmente seco.

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seco.

C: Peso de la muestra seca en el horno.

## Resultado

Tabla 19.

*Peso unitario y % de absorción del agregado grueso.*

Peso unitario y % de absorción del agregado grueso					
Cantera:	Jicamarca				
Ensayado elaborado por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.				
Norma:	NTP 400.022				
Masa del agregado grueso:	Ensayo 1 = 663 g, Ensayo 2 = 743 g				
Descripción	Símbolo	Ensayo 1	Ensayo 2	Unidad	
Peso de la muestra saturada superficialmente seca (en el aire)	A	663.00	743.00	g	
Peso de la muestra saturada superficialmente seca (en el agua)	B	417.00	467.00	g	
Volumen de la masa + volumen de vacíos	A-B	246.00	276.00	cm <sup>3</sup>	
Peso de muestra seca al horno (105° C)	C	652.00	730.00	g	
Volumen de la masa	C-B	235.00	263.00	cm <sup>3</sup>	
				Promedio	Unidad
Peso específico bulk (base seca)	C/(A-B)	2.650	2.645	<b>2.648</b>	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico bulk (base saturada)	A/(A-B)	2.695	2.692	2.694	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico aparente (base seca)	C/(C-B)	2.774	2.776	2.775	g/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de absorción	(A-C/C)*100	1.7	1.8	<b>1.7</b>	%

Fuente: Elaboración propia.

## Diseño de mezcla según el método ACI del comité 211

El diseño del concreto patrón sin poliestireno expandido, se utilizará el método ACI del comité 211 para obtener las proporciones y resistencia a la compresión.

Se utilizará los resultados obtenidos de las características de la arena (cantera Cieneguilla) y la piedra (cantera Jicamarca) para el diseño de mezcla. Para realizar el diseño de mezcla sin poliestireno expandido, se tuvo que tener en cuenta lo siguiente:

- Propiedades físicas de agregados.
- El máximo tamaño normado (TMN).
- Asentamiento (Slump).
- Determinar el modelo de mezcla utilizado según las tablas del ACI.
- Determinar la relación agua - cemento.

## Diseño de mezcla para un concreto $f'c = 70$ kg/cm<sup>2</sup> sin poliestireno expandido

### Cemento

- Marca: Cemento sol
- Tipo: Portland tipo I
- Peso específico: 3.15 g/cm<sup>3</sup>

### Agua

Se utilizará el agua de la planta La Atarjea – Lima.

- Peso específico: 1000 kg/m<sup>3</sup>

### Propiedades de los agregados

Tabla. 20.

*Propiedades físicas de los agregados.*

Descripción	Agregado Fino (Arena gruesa)	Agregado Grueso (Piedra chancada)
Cantera	Cieneguilla	Jicamarca
Humedad	2%	1%
Absorción	1.20%	1.70%
Tamaño máximo nominal	-	3/8"
Módulo de fineza	2.71	4.11
Peso específico de la masa	2.638 g/cm <sup>3</sup>	2.648 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario suelto	1538 kg/m <sup>3</sup>	1401.4 kg/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1715 kg/m <sup>3</sup>	1505.1 kg/cm <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

## Cálculo de la resistencia promedio

Tabla 21.  
*Resistencia a la compresión promedio.*

$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'cr$ (kg/cm <sup>2</sup> )
Menos de 210	$f'c + 70$
210 - 350	$f'c + 84$
Sobre 350	$f'c + 98$

Fuente: Comité 211 del ACI.

$$f'c = 70 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'cr = f'c + 70 \text{ kg/cm}^2 = 70 \text{ kg/cm}^2 + 70 \text{ kg/cm}^2 = 140 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 22.  
*Coefficientes de variación y grados de control.*

Grados de Control	Coefficiente. de Variación "V".
Obtenible únicamente en laboratorio	5%
Excelente en obra	10 - 12%.
Bueno	15%.
Regular	18%.
Inferior	20%.
Malo	25%.

Fuente: Comité 211 del ACI.

En la tabla 22 obtenemos el grado de control el cual será obtenido en el laboratorio, con el coeficiente de variación del 5%.

Tabla 23.  
*Resistencia promedio: Porcentaje de la resistencia especificada.*

"V"	Para una muestra de ensayo en diez por debajo del porcentaje de la resistencia de diseño especificada				Para una muestra de ensayo en cien por debajo del porcentaje de la resistencia de diseño especificada			
	100	90	80	70	100	90	80	70
5	107	-	-	-	113	102	-	-
10	115	103	-	-	130	117	104	-
12	118	106	-	-	139	125	111	-
15	124	111	100	-	154	139	123	108
18	130	117	104	-	173	155	138	121
20	135	121	108	-	188	169	150	131
25	147	133	118	103	241	216	192	168

Fuente: Comité 211 del ACI.

En la tabla 22 el coeficiente de variación “V” = 5%, en la tabla 23 se deberá obtener la resistencia promedio.

$$f'_{cr} = f'_{cr} \times 1.07 = 140 \text{ kg/cm}^2 \times 1.07 = 149.8 \text{ kg/cm}^2$$

### El máximo tamaño nominal del agregado grueso (confitillo)

El máximo tamaño nominal es 3/8” se obtuvo de acuerdo a la granulometría.

### El asentamiento del concreto

Se requiere un asentamiento de 1” a 2” para que no se desmorone el bloque de concreto.

### Volumen unitario del Agua

Tabla 24.

*Volumen por unidad del agua.*

Asentamiento	lt/m <sup>3</sup> de Agua, para máximos tamaños nominales del agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	6 "
<b>Concretos sin incorporar aire</b>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3 " a 4 "	228	216	205	193	181	169	145	124
6 " a 7 "	243	228	216	202	190	178	160	-
<b>Concretos incorporando aire</b>								
1 " a 2 "	181	175	168	160	150	142	122	107
3 " a 4 "	202	193	184	175	165	157	133	119
6 " a 7 "	216	205	197	184	174	166	154	-

Fuente: Comité 211 del ACI.

El contenido de agua por m<sup>3</sup> es 207 lt.

### El contenido de aire atrapado

Tabla 25.

*Contenido de aire atrapado.*

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8 "	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: Comité 211 del ACI.

TMN = 3/8”

El aire atrapado es: 3.0 %

### Relación agua - cemento

Tabla 26.

*Relación agua – cemento por resistencia.*

f' cr (28 días)	Relación agua - cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
100	0.90	0.81
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: Comité 211 del ACI.

Interpolando

$$\begin{array}{l} 100 - 0.90 \\ 140 - X \\ 150 - 0.80 \end{array} \quad \frac{150-100}{140-100} = \frac{0.80-0.90}{X-0.90}$$
$$X = 0.82$$

Interpolando los datos se obtuvo para el  $f'_{cr} = 140 \text{ kg/cm}^2$ , la relación  $a/c = 0.82$

### Cálculo del contenido de cemento

El factor cemento es:  $\text{agua} / (a/c) = 207 / 0.82 = 252.44 \text{ kg/m}^3 = 5.94 = 6 \text{ bolsas/m}^3$

## Peso del agregado grueso

Tabla 27.

*Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.*

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen de agregado grueso, seco y varillado o compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Comité 211 del ACI.

$$\frac{2.80 - 2.60}{2.71 - 2.60} = \frac{0.46 - 0.48}{X - 0.48} \quad \text{Interpolando}$$

$$2.60 - 0.48$$

$$2.71 - X$$

$$X = 0.469 = 0.47 \quad 2.80 - 0.46$$

Interpolando se encuentra  $d/dc = 0.47 \text{ m}^3$

PUC:  $1505.1 \text{ kg/m}^3$

Peso del agregado grueso:  $(d/dc) \times \text{PUC} = 0.47 \text{ m}^3 \times 1505.1 \text{ kg/m}^3 = 707.397 \text{ kg}$

### Calcular los volúmenes absolutos

Tabla 28.

*Volúmenes absolutos.*

Material	Fórmula	Reemplazando datos	Volumen Absoluto	Unidad
Cemento	Factor cemento/P.E	252.44/3150	0.080	m <sup>3</sup>
Agua	Volumen unitario del agua/ P.E	207/1000	0.207	m <sup>3</sup>
Aire	Contenido de aire atrapado x 1 m <sup>3</sup>	0.03	0.030	m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	Peso del agregado grueso/P.E	707.397/2648	0.267	m <sup>3</sup>
<b>Suma de los volúmenes</b>			<b>0.584</b>	m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

### **Cálculo del volumen del agregado fino**

$$\text{Volumen del A.F} = (1 - \text{suma de volúmenes}) = 1 - 0.584 = 0.416 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Peso del A.F} &= (\text{Volumen del A.F}) \times (\text{P. específico}) \\ &= 0.416 \text{ m}^3 \times 2638 \text{ kg/m}^3 = 1097.41 \text{ kg} \end{aligned}$$

### **Resumen**

Tabla 29.  
*Valores de diseño por m<sup>3</sup>.*

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Cemento	252.44	kg
Agua	207	lt
Agregado Fino	1097.41	kg
Agregado Grueso	707.397	kg

Fuente: Propia Elaboración.

### **Corrección por humedad de los agregados**

$$\text{Peso Húmedo A.F} = \text{Peso seco A.F} \times (1 + w\%/100)$$

$$\text{Peso Húmedo A.F} = 1097.41 \times (1 + 2/100) = 1119.36 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Húmedo A.G} = \text{Peso seco A.G} \times (1 + w\% /100)$$

$$\text{Peso Húmedo A.G} = 707.397 \times (1 + 1 /100) = 714.47 \text{ kg}$$

### **Saturación superficial**

$$\text{A.F} = w\% - \% \text{ abs.} = 2\% - 1.20\% = 0.80\%$$

$$\text{A.G} = w\% - \% \text{ abs.} = 1\% - 1.70\% = - 0.70\%$$

### **Cálculo de agua para los agregados**

$$\text{Aporte de agua A.F} = ((w\% - \% \text{ abs}) \times \text{Peso seco A.F})/100$$

$$\text{Aporte de agua A.F} = (0.80 \times 1097.41)/100 = 8.78 \text{ lt}$$

$$\text{Aporte de agua A.G} = ((w\% - \% \text{ abs}) \times \text{Peso seco A.G})/100$$

$$\text{Aporte de agua A.G} = (-0.70 \times 707.397)/100 = - 4.95 \text{ lt}$$



Aporte de humedad = Aporte de agua A.F + Aporte de agua A.G

Aporte de humedad = 8.78 + (- 4.95) = 3.83 lt

### **Cálculo del agua efectiva**

Agua efectiva = Agua de diseño – Aporte de humedad

= 207 lt – 3.83 lt = 203.17 lt

### **Materiales por peso en obra**

Tabla 30.

*Peso del material en obra por m<sup>3</sup>.*

<b>Material</b>	<b>Peso</b>	<b>Unidad</b>
Cemento	252.44	kg
Agua	203.17	lt
Ag. Fino	1097.41	kg
Ag. Grueso	707.397	kg
Aire	3.00	%

Fuente: Propia elaboración.

### **Proporción de materiales en obra**

Tabla 31.

*La dosificación en peso por m<sup>3</sup>.*

<b>La dosificación</b>				
	<b>Cemento</b>	<b>Ag. Fino</b>	<b>Ag. Grueso</b>	<b>Agua</b>
Material	252.44 kg	1097.41 kg	707.397 kg	203.17 lt
Dosificación	1.00	: 4.35	: 2.81	: 0.81

Fuente: Propia elaboración.

Tabla 32.

*La dosificación en volumen por m<sup>3</sup>.*

<b>La dosificación en volumen</b>				
	<b>Cemento</b>	<b>Ag. Fino</b>	<b>Ag. Grueso</b>	<b>Agua</b>
Material en volumen	0.08 m <sup>3</sup> .	0.416 m <sup>3</sup> .	0.267 m <sup>3</sup> .	0.203 lt
Dosificación en volumen	1.00	: 5.20	: 3.34	: 2.54

Fuente: Propia elaboración.

## Resumen general del diseño de mezcla para un concreto $f'c = 70 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 33.

*Dosificación del bloque de concreto patrón.*

<b>El diseño de mezcla para un concreto <math>f'c = 70 \text{ kg/cm}^2</math>.</b>					
Elaborado por: Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.					
Norma: ACI del comité 211					
Material	Cantidad en m <sup>3</sup>	Volumen del bloque de concreto en m <sup>3</sup>	Cantidad de material para un molde de bloque de concreto en m <sup>3</sup>	Cantidad de material para un molde de bloque de concreto con 5% de desperdicio en kg	Cantidad de material para 5 bloques de concreto kg
Cemento	0.08	0.0045	0.00036	1.19	5.95
Ag. Fino	0.416	0.0045	0.00187	5.19	25.93
Ag. Grueso	0.267	0.0045	0.00120	3.34	16.70
Agua	0.203	0.0045	0.00091	0.96	4.80
Dosificación en peso (Cemento: Ag. Fino: Ag. Grueso: Agua)					
1 : 4.35 : 2.81 : 0.81					

Fuente: Elaboración propia.

### **El diseño para un concreto $f'c = 70 \text{ kg./cm}^2$ con 25% de poliestireno expandido**

De acuerdo al diseño de mezcla patrón para un metro cúbico se desarrolla una dosificación para el 25% de sustitución de agregado grueso (confitillo), donde los de más materiales se mantienen en la misma cantidad.

Tabla 34.

*Dosificación con una adición 25% de poliestireno expandido al bloque.*

<b>Diseño de mezcla para un concreto f'c = 70 kg/cm<sup>2</sup> con 25 % de poliestireno expandido</b>					
Elaborado por: Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.					
Norma: ACI del comité 211					
Material	Cantidad en m <sup>3</sup>	Volumen del bloque de concreto en m <sup>3</sup>	Cantidad de material para un molde de bloque de concreto en m <sup>3</sup>	Cantidad de material para un molde de bloque de concreto con 5% de desperdicio en kg	Cantidad de material para 5 bloques de concreto con el 25% de poliestireno expandido kg
Cemento	0.08	0.0045	0.00036	1.19	5.95
Ag. Fino	0.416	0.0045	0.00187	5.19	25.93
Ag. Grueso	0.200	0.0045	0.00090	2.50	12.51
Agua	0.203	0.0045	0.00091	0.96	4.80
Poliestireno expandido	0.067	0.0045	0.00030	0.00315	0.02
Dosificación en peso (Cemento: Ag. Fino: Ag. Grueso : Agua : Poliestireno expandido)					
1 : 4.35 : 2.10 : 0.81 : 0.003					

Fuente: Elaboración propia.

### **El diseño de un concreto f'c = 70 kg/cm<sup>2</sup> con 60% de poliestireno expandido**

De acuerdo al diseño de mezcla patrón para un metro cúbico se desarrolla una dosificación para el 8% de sustitución de agregado grueso (confitillo), donde los de más materiales se mantienen en la misma cantidad.

Tabla 35.

*Dosificación con 60% de poliestireno expandido para el bloque.*

<b>Diseño de mezcla para un concreto f'c = 70 kg/cm<sup>2</sup> con 60 % de poliestireno expandido</b>					
Elaborado por: Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.					
Norma: ACI del comité 211					
Material	Cantidad en m <sup>3</sup>	Volumen del bloque de concreto en m <sup>3</sup>	Cantidad de material para un molde de bloque de concreto en m <sup>3</sup>	Cantidad de material para un molde de bloque de concreto con 5% de desperdicio en kg	Cantidad de material para 5 bloques de concreto con el 60 % de poliestireno expandido kg
Cemento	0.08	0.0045	0.00036	1.19	5.95
Ag. Fino	0.416	0.0045	0.00187	5.19	25.93
Ag. Grueso	0.107	0.0045	0.00048	1.34	6.69
Agua	0.203	0.0045	0.00091	0.96	4.80
Poliestireno expandido	0.160	0.0045	0.00072	0.00757	0.04
Dosificación en peso (Cemento: Ag. Fino: Ag. Grueso : Agua : Poliestireno expandido)					
1 : 4.35 : 1.12 : 0.81 : 0.006					

Fuente: Elaboración propia.

## Producción del bloque de concreto

### Molde

El primer paso es crear el plano para poder elaborar un molde metálico o de madera, ya que, en esta investigación se utilizó las dos debido al desgaste de la madera. El caso del bloque deberá cumplir con los estándares establecidos por la NTP 399.006 (2016).

En esta investigación los bloques de concreto tendrán las dimensiones de 39 x 9 x 19 cm, (largo x ancho x alto) las cuales están permitidos por la norma.



Figura 6. Molde de bloque de madera.

Fuente: Propia elaboración.



*Figura 7. Molde de bloque metálico.*  
Fuente: Propia elaboración.



*Figura 8. Preparación de la mezcla.*  
Fuente: Propia elaboración.



*Figura 9. Slump de 1.5" de la mezcla.*  
Fuente: Propia elaboración.

### **Preparación de la mezcla**

Para realizar la mezcla se puede hacer de manera manual o mecánica. En este proceso de la investigación se realizará de manera mecánica, donde primero se enciende el trompo, luego echar el agregado fino (arena gruesa), grueso (confitillo) - perlitas de poliestireno expandido y luego el cemento para recién poder incorporar el agua de acuerdo al diseño de mezcla desarrollado.

### **Acondicionamiento previo**

Se escoge un lugar adecuado que en este caso sería el laboratorio, ya que, los materiales deben protegerse del intemperismo.

## Proceso de moldear y fraguar los bloques

Ya realizada la mezcla se debe echar dentro del molde metálico o de madera (bloque) por capas chuseando con una varilla metálica debido a que será un vibrado manual y dando golpes utilizando un martillo especial de goma alrededor del molde, hasta tener el molde cubierto de concreto para retirar el molde de manera vertical.

Una vez elaborados los bloques de concreto, éstos podrán mantenerse en un espacio que permita la seguridad de los efectos intemperismo, con la intención de que no se seque en el proceso de fraguado. La etapa de fragua o endurecimiento debe estar entre las 4h a 8h, la sugerencia es que los bloques de concreto se deben dejar de un día para otro (Arrieta y Peñaherrera, 2001).



*Figura 10.* Moldeado del bloque.  
Fuente: Propia elaboración.



*Figura 11.* Bloques elaborados con EPS.  
Fuente: Propia elaboración.

## Curado

Los bloques deben permanecer húmedos durante los 28 días ya que así incrementara su resistencia hasta lograr una resistencia deseada.

Los bloques deben estar mojados, ya que, así existe una reacción química del cemento y logre alcanzar una resistencia deseada. Es por ello que es indispensable mantener los bloques curados (Arrieta y Peñaherrera, 2001).



*Figura 12.* Proceso de curado.  
Fuente: Propia elaboración.

### **Almacenamiento y proceso de secado**

Pasado el tiempo de curado, los bloques pasan a almacenamiento, donde se mantendrán como parte de la etapa de secado. Los bloques de concreto podrán usarse cumpliendo los 28 días desde su producción respetando la NTP E. 070 Albañilería.

Se debe tener cuidado con la manipulación de los bloques de concreto ya que pueden sufrir daños y mantenerlos de manera estructurada.



*Figura 13.* Almacenamiento de los bloques elaborados con EPS.  
Fuente: Propia elaboración.

## Flujograma de la Producción

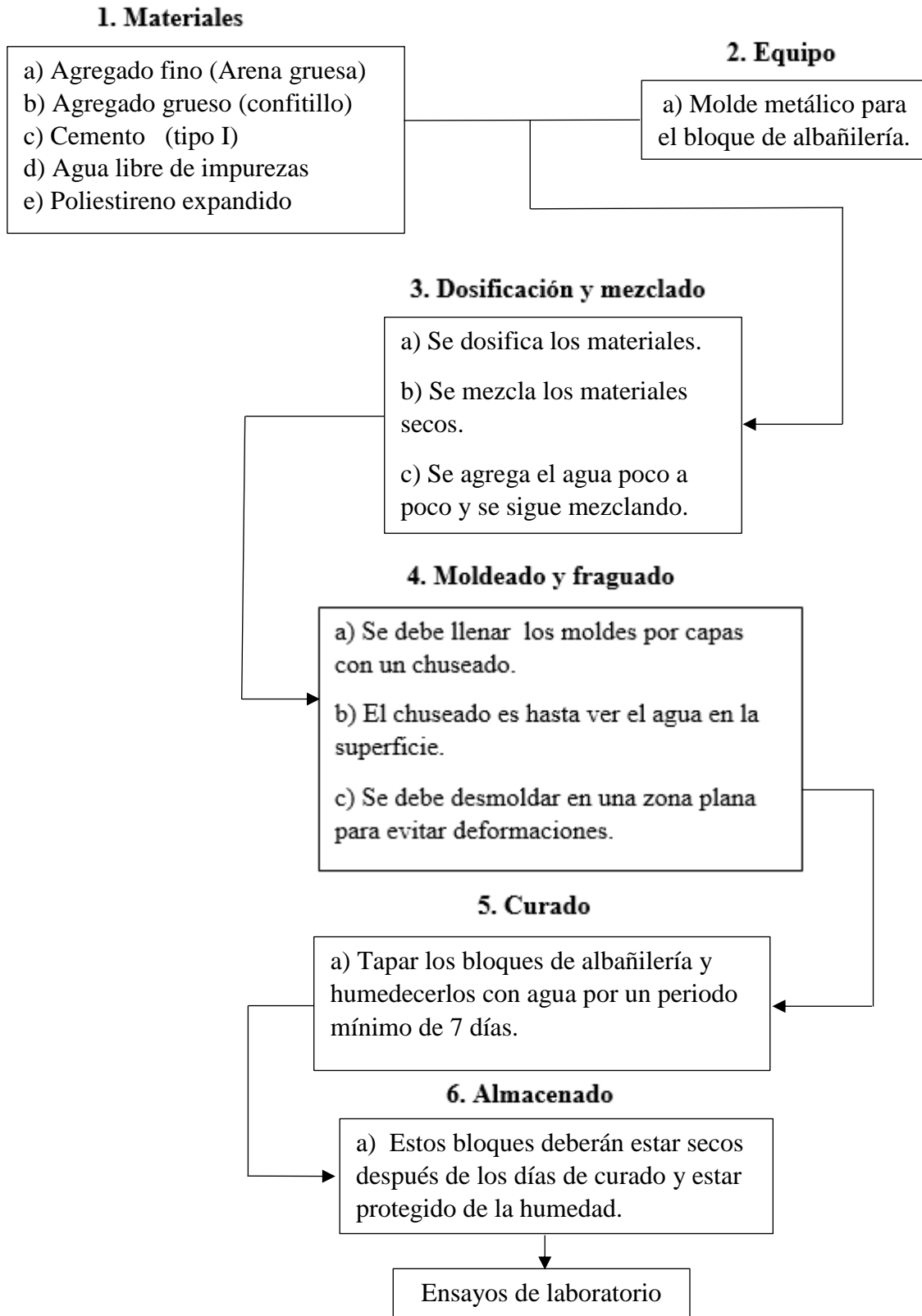


Figura 14. Flujograma de la producción.  
Fuente: Propia elaboración.



## **Ensayo de variación dimensional (NTP 399.613 y NTP 399.604)**

### **Objetivo**

Determinar la variación dimensional de los bloques de concreto y bloques de concreto con poliestireno expandido.

### **Equipos**

- Bloques elaborados de concreto patrón.
- Bloques elaborados con 25% de poliestireno expandido.
- Bloques elaborados con 60% de poliestireno expandido.
- 1 Regla metálica de 30 cm.

### **Procedimiento**

Se tomaron el promedio de las dimensiones (largo, ancho y alto) para cada bloque con margen de error de 1mm.

### **Resultados**

Se alcanzó el promedio de las medidas para cada dimensión del bloque de concreto.

$$\text{Variación \%} = \left( \frac{Me - Mp}{Me} \right) * 100$$

Donde:

Variación % = La variación de dimensiones en porcentaje.

Me = Medida brindada por el fabricante (mm)

Mp = El promedio de las medidas (mm)

Tabla 36.

*Variación dimensional para el bloque de concreto patrón.*

<b>Variación Dimensional</b>						
Elaborado por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.					
Norma:	NTP 399.613 y NTP 399.604					
Descripción:	La variación de dimensiones del bloque de concreto patrón.					
<b>Muestra del bloque</b>	<b>Largo mm</b>	<b>Ancho mm</b>	<b>Alto mm</b>	<b>Promedio Largo mm</b>	<b>Promedio Ancho mm</b>	<b>Promedio Alto mm</b>
M-1	388.0	90.0	187.0	389.3	90.0	188.5
	389.0	90.0	188.0			
	390.0	90.0	190.0			
	390.0	90.1	189.0			
M-2	392.0	90.0	185.0	390.5	90.3	187.8
	391.0	90.0	188.0			
	389.0	91.0	189.0			
	390.0	90.0	189.0			
M-3	394.0	90.0	188.5	391.5	90.0	188.9
	392.0	90.0	189.0			
	390.0	90.0	190.0			
	390.0	90.0	188.0			
M-4	390.3	90.2	188.0	390.1	90.1	188.3
	390.0	90.1	190.0			
	390.0	90.0	187.0			
	390.0	90.0	188.0			
M-5	391.0	90.0	185.0	390.8	90.0	186.5
	392.0	90.0	187.0			
	390.0	90.0	186.0			
	390.0	90.0	188.0			
Promedio =				390.4	90.1	188.0
ME=				390.0	90.0	190.0
<b>Variación (%) =</b>				<b>-0.11%</b>	<b>-0.08%</b>	<b>1.07%</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Según la NTP E.0.70 indica que para un bloque de concreto portante la variación en porcentaje máximo es de  $\pm 2$  de largo,  $\pm 3$  de ancho y  $\pm 4$  de alto. Asimismo, para el bloque no portante la variación porcentual máxima es de  $\pm 4$  de largo,  $\pm 6$  de ancho y  $\pm 7$  de alto. De acuerdo a los resultados se observa que se obtuvo una variación de -0.11% de largo, -0,08% de ancho y de 1.07% de alto. Con estos resultados obtenidos se puede comparar con la variación porcentual del bloque de concreto patrón, ya que, cumple con lo establecido para ser considerado tanto como bloque portante y no portante.

Tabla 37.

Variación dimensional para el bloque elaborado con 25% de poliestireno expandido.

<b>Variación Dimensional</b>							
Elaborado por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.						
Norma:	NTP 399.613 y NTP 399.604.						
Descripción:	Variación de dimensiones del bloque elaborado con 25% de EPS.						
<b>Muestra del bloque</b>	<b>Largo mm</b>	<b>Ancho mm</b>	<b>Alto mm</b>	<b>Promedio Largo mm</b>	<b>Promedio Ancho mm</b>	<b>Promedio Alto mm</b>	
M-1	393.0	90.0	190.0	391.0	90.3	189.8	
	391.0	91.0	190.0				
	390.0	90.0	190.0				
	390.0	90.0	189.0				
M-2	392.0	90.5	188.0	391.0	90.1	189.0	
	392.0	90.0	189.0				
	390.0	90.0	190.0				
	390.0	90.0	189.0				
M-3	390.0	91.0	188.0	390.3	90.3	188.8	
	391.0	90.0	189.0				
	390.0	90.0	190.0				
	390.0	90.0	188.0				
M-4	391.0	90.0	189.0	390.3	90.0	188.8	
	390.0	90.1	190.0				
	390.0	90.0	188.0				
	390.0	90.0	188.0				
M-5	392.0	90.0	190.0	391.0	90.0	188.8	
	392.0	90.0	188.0				
	390.0	90.0	189.0				
	390.0	90.0	188.0				
				Promedio =	390.7	90.1	189.0
Fuente: Elaboración propia.				ME=	390.0	90.0	190.0
				<b>Variación (%) =</b>	<b>-0.18%</b>	<b>-0.14%</b>	<b>0.53%</b>

**Interpretación:** Según la NTP E.0.70 nos indica que para un bloque de concreto portante la variación en porcentaje máximo es de  $\pm 2$  de largo,  $\pm 3$  de ancho y  $\pm 4$  de alto. Asimismo, para el bloque no portante la variación porcentual máxima es de  $\pm 4$  de largo,  $\pm 6$  de ancho y  $\pm 7$  de alto. De acuerdo a los resultados se observa que se obtuvo una variación de -0.18% de largo, -0,14% de ancho y de 0.53% de alto. Con estos resultados obtenidos se puede comparar con la variación porcentual del bloque de concreto patrón, ya que, cumple con lo establecido para ser considerado tanto como bloque portante y no portante.

Tabla 38.

*Variación dimensional para el bloque elaborado con 60% de EPS.*

<b>Variación Dimensional</b>						
Elaborado por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.					
Norma:	NTP 399.613. y NTP 399.604.					
Descripción:	Variación de dimensiones del bloque elaborado con 60% de EPS.					
<b>Muestra del bloque</b>	<b>Largo mm</b>	<b>Ancho mm</b>	<b>Alto mm</b>	<b>Promedio Largo mm</b>	<b>Promedio Ancho mm</b>	<b>Promedio Alto mm</b>
M-1	391.0	91.0	188.0	390.0	90.3	188.8
	389.0	90.0	188.0			
	390.0	90.0	190.0			
	390.0	90.0	189.0			
M-2	391.0	90.0	188.0	389.8	90.0	188.5
	388.0	90.0	187.0			
	390.0	90.0	190.0			
	390.0	90.0	189.0			
M-3	390.0	91.0	190.0	390.8	90.0	189.0
	393.0	90.0	188.0			
	390.0	89.0	190.0			
	390.0	90.0	188.0			
M-4	391.0	90.0	188.0	390.5	90.0	188.0
	391.0	90.0	189.0			
	390.0	90.0	187.0			
	390.0	90.0	188.0			
M-5	389.0	90.0	197.0	389.5	89.8	193.0
	388.0	90.0	198.0			
	391.0	89.0	189.0			
	390.0	90.0	188.0			
Promedio =				390.1	90.0	189.5
ME=				390.0	90.0	190.0
<b>Variación (%) =</b>				<b>-0.03%</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.29%</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Según la NTP E.0.70 nos indica para un bloque de concreto portante la variación de porcentaje máximo es de  $\pm 2$  de largo,  $\pm 3$  de ancho y  $\pm 4$  de alto. Asimismo, para el bloque no portante la variación porcentual máxima es de  $\pm 4$  de largo,  $\pm 6$  de ancho y  $\pm 7$  de alto. De acuerdo a los resultados se observa que se obtuvo una variación de -0.03% de largo, 0.00% de ancho y de 0.29% de alto. Con estos resultados obtenidos se puede comparar con la variación porcentual del bloque de concreto patrón, ya que, cumple con lo establecido para ser considerado tanto como bloque portante y no portante.

## Alabeo (NTP 399.613)

### Objetivo

Determinar el alabeo de los bloques de concreto y bloques de concreto con poliestireno expandido para verificar su concavidad y convexidad.

### Equipos

- Los bloques elaborados de concreto patrón.
- Los bloques elaborados con 25% de poliestireno expandido.
- Los bloques elaborados con 60% de poliestireno expandido.
- La regla metálica de 30 cm.
- La regla de acero graduada con divisiones desde un extremo.

### Procedimiento

Se ubica la regla metálica en la cara superior e inferior del bloque de concreto, de manera que esta puesta en diagonal, después se pone la regla de acero graduada en la zona central y en los extremos.

### Resultados

Tabla 39.

*Alabeo del bloque de concreto patrón.*

<b>Alabeo</b>											
Elaborado por:		Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.									
Norma:		NTP 399.613									
Descripción:		Alabeo del bloque de concreto patrón.									
Código	Concavidad					Convexidad					
	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)		PROM.	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)		PROM.	
M-1	0.00	0.00	5.00	4.00	2.25	7.00	5.00	0.00	0.00	3.00	
M-2	3.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.00	1.00	0.75	
M-3	2.00	0.00	2.00	2.00	1.50	0.00	6.00	0.00	0.00	1.50	
M-4	0.00	1.00	1.00	0.00	0.50	8.00	0.00	0.00	5.00	3.25	
M-5	0.00	1.00	0.00	0.00	0.25	3.00	0.00	5.00	4.00	3.00	
<b>Promedio (mm)</b>					1.10	<b>Promedio (mm)</b>					2.30

Fuente: Propia elaboración.

Tabla. 40.

*Alabeo del bloque de concreto elaborado con 25% de poliestireno expandido.*

<b>Alabeo</b>											
Elaborado por:		Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.									
Norma:		NTP 399.613									
Descripción:		Alabeo en el bloque elaborado con 25% de poliestireno expandido.									
Código	<b>Concavidad</b>					<b>Convexidad</b>					
	Cara. superior (mm)		Cara. Inferior (mm)		PROM.	Cara. superior (mm)		Cara. Inferior (mm)		PROM.	
M-1	0.00.	0.00.	3.00	2.00	1.25	7.00	6.00	0.00	0.00	3.25	
M-2	1.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	2.00	0.75	
M-3	1.00	0.00	2.00	0.00	0.75	0.00	5.00	0.00	1.00	1.50	
M-4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
M-5	0.00	1.00	0.00	0.00	0.25	5.00	0.00	3.00	4.00	3.00	
<b>Promedio (mm)</b>					0.75	<b>Promedio (mm)</b>					1.70

Fuente: Elaboración propia.

Tabla. 41.

*Alabeo del bloque elaborado con 60% de poliestireno expandido.*

<b>Alabeo</b>											
Elaborado por:		Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.									
Norma:		NTP 399.613									
Descripción:		Alabeo del bloque elaborado con 60% de EPS.									
Código	<b>Concavidad</b>					<b>Convexidad</b>					
	Cara. superior (mm.)		Cara. Inferior (mm.)		PROM.	Cara. superior (mm.)		Cara. Inferior (mm.)		PROM.	
M-1	0.00.	0.00.	4.00	5.00.	2.25	2.00	7.00	0.00	0.00	2.25	
M-2	3.00	0.00	3.00	4.00	2.50	0.00	4.00	0.00	0.00	1.00	
M-3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	6.00	6.00	5.00	5.00	
M-4	0.10	0.00	0.10	0.00	0.05	0.00	0.80	7.00	5.00	3.20	
M-5	0.00	0.00	3.00	2.00	1.25	4.00	3.00	0.00	0.00	1.75	
<b>Promedio (mm)</b>					1.21	<b>Promedio (mm)</b>					2.64

Fuente: Elaboración propia.

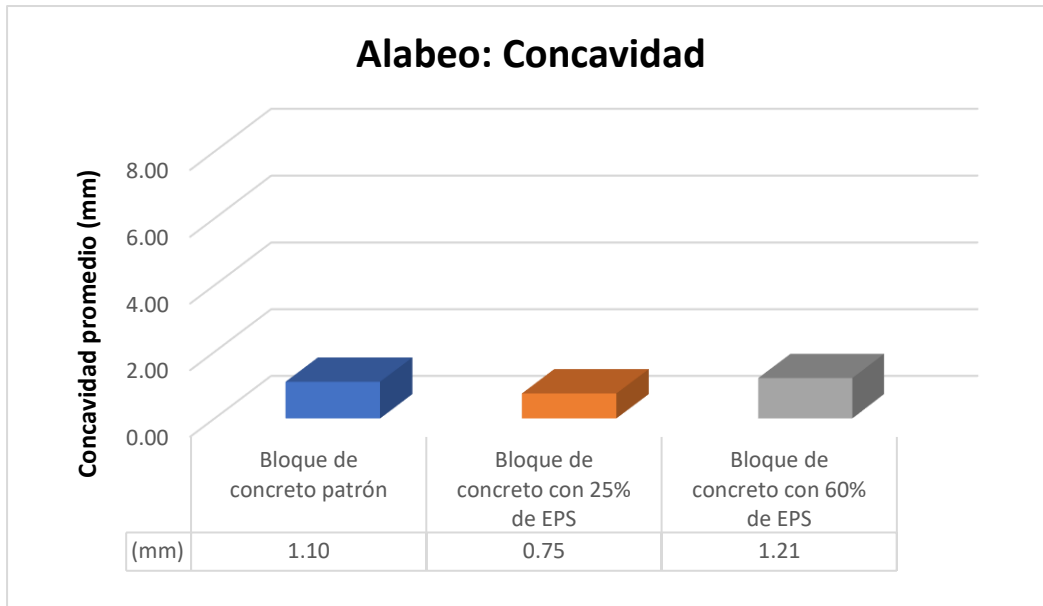


Figura 15. Alabeo (concavidad) de los bloques elaborados.

Fuente: Propia elaboración.

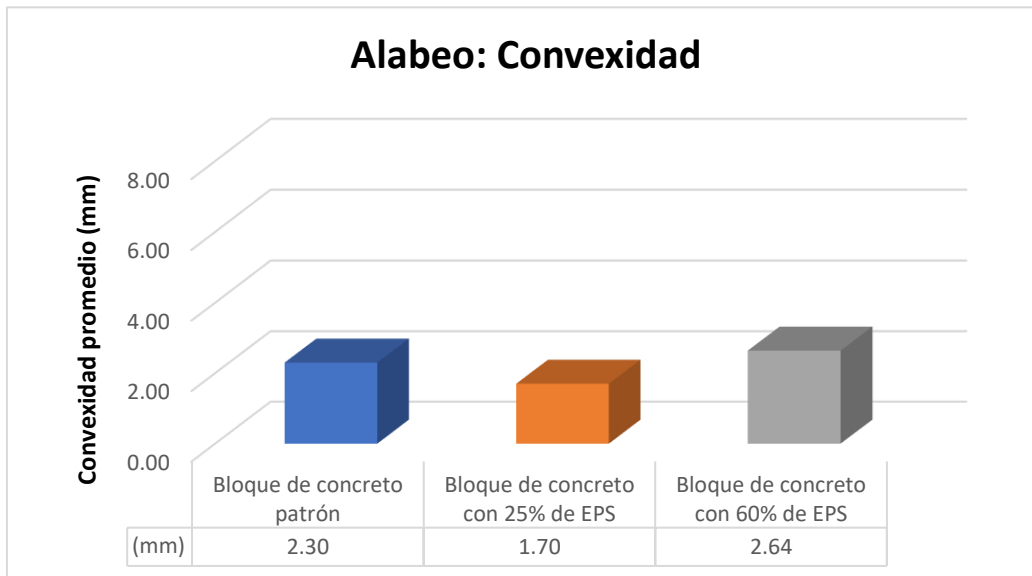


Figura 16. Alabeo (convexidad) de los bloques elaborados.

Fuente: Propia elaboración.

**Interpretación:** De acuerdo a la NTP E.0.70 nos indica para un bloque de concreto portante tendrá un alabeo máximo de 4 mm. Asimismo, para el bloque no portante el alabeo máximo es de 8 mm. De acuerdo a los resultados observamos en la figura 16 se obtuvo un promedio de 1.10 mm, 0.75 mm, 1.21 mm de concavidad y en la figura 17 se obtuvo un promedio de 2.30 mm, 1.70 mm y 2.64 mm de convexidad. Con estos resultados obtenidos se puede comparar el alabeo máximo permitido por la normativa para el bloque de concreto patrón, bloque elaborado con 25% de (EPS) y el bloque elaborado con 60% de poliestireno expandido (EPS), ya que, cumplen con lo establecido para ser considerado tanto como bloque portante y no portante.

## **El porcentaje de vacíos (NTP 399.613. y NTP 399.604.)**

### **Objetivo**

Determinar el porcentaje de vacíos que tienen las unidades de muestra patrón y con EPS.

### **Equipo**

- Los bloques elaborados de concreto patrón.
- Los bloques elaborados con 25% de poliestireno expandido.
- Los bloques elaborados con 60% de poliestireno expandido.
- Arena.
- Cucharón de plástico.
- Balanza 0.5 g.
- Bandeja metálica.
- Regla metálica.

### **Procedimiento**

- A partir de las medidas tomadas de las unidades de bloques elaborados de concreto patrón y con EPS, que se hallaron en la prueba de dimensionamiento.
- Sobre la bandeja metálica se coloca cada bloque que será ensayado.
- Se llenan los alveolos con arena, dejándola caer por la gravedad de forma natural y con la regla metálica se nivela la arena.
- Luego se procede a levantar el bloque para que pueda caer la arena de los alveolos en la bandeja metálica.
- finalmente se traslada arena a la balanza para poder pesarla.

### **Resultados**

El porcentaje de vacío de obtuvo reemplazando los datos en la siguiente fórmula:

$$\text{Vacíos \%} = \left( \frac{\text{Volumen total del alveolo}}{\text{Volumen del bloque}} \right) * 100$$

$$\text{Volumen total del alveolo} = \left( \frac{\text{Peso de la arena en el alveolo}}{\text{Densidad de la arena}} \right) * 100$$



Densidad de la arena = 2.638 gr/cm<sup>3</sup>

Tabla 42.

*% de vacío del bloque de concreto patrón.*

<b>% de vacío</b>							
Elaborado por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.						
Norma:	NTP 399.613						
Descripción:	% de vacío del bloque de concreto patrón.						
<b>Código</b>	<b>Largo cm</b>	<b>Ancho cm</b>	<b>Alto cm</b>	<b>Volumen. Total cm<sup>3</sup></b>	<b>Peso de la arena en el alveolo gr</b>	<b>Volumen del alveolo cm<sup>3</sup></b>	<b>% Vacío</b>
M-1	38.9	9.0	18.9	6605.8	3299.1	2290.0	54.6
M-2	39.1	9.0	18.8	6616.8	3284.5	2174.1	57.3
M-3	39.2	9.0	18.9	6655.2	3390.3	2237.8	57.4
M-4	39.0	9.0	18.8	6614.8	3342.6	2223.1	57.0
M-5	39.1	9.0	18.7	6558.7	3280.7	2241.2	55.5
<b>Promedio</b>	<b>39.0</b>	<b>9.0</b>	<b>18.8</b>	<b>6610.3</b>	<b>3319.4</b>	<b>2233.2</b>	<b>56.4</b>

Fuente: Propia elaboración.

Tabla. 43.

*Porcentaje de vacío del bloque elaborado con 25% de EPS.*

<b>% de vacío</b>							
Elaborado por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.						
Norma:	NTP 399.613						
Descripción:	% de vacío del bloque elaborado con 25% de EPS.						
<b>Código</b>	<b>Largo cm</b>	<b>Ancho cm</b>	<b>Alto cm</b>	<b>Volumen total cm<sup>3</sup></b>	<b>Peso de la arena en el alveolo gr</b>	<b>Volumen del alveolo cm<sup>3</sup></b>	<b>% Vacío</b>
M-1	39.1	9.0	19.0	6695.9	3410.4	2266.2	57.0
M-2	39.1	9.0	18.9	6660.5	3360.2	2229.2	57.1
M-3	39.0	9.0	18.9	6647.8	3390.3	2281.0	56.3
M-4	39.0	9.0	18.9	6631.6	3352.6	2279.4	55.8
M-5	39.1	9.0	18.9	6642.1	3440.5	2265.9	57.6
<b>Promedio</b>	<b>39.1</b>	<b>9.0</b>	<b>18.9</b>	<b>6655.6</b>	<b>3390.8</b>	<b>2264.4</b>	<b>56.8</b>

Fuente: Propia elaboración.

Tabla. 44.

*Porcentaje de vacío del bloque de concreto con 60% de poliestireno expandido.*

<b>% de vacío</b>							
Elaborado por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.						
Norma:	NTP 399.613						
Descripción:	% de vacío del bloque de concreto elaborado con 60% de EPS.						
<b>Código</b>	<b>Largo cm</b>	<b>Ancho cm</b>	<b>Alto cm</b>	<b>Volumen total cm<sup>3</sup></b>	<b>Peso de la arena en el alveolo gr</b>	<b>Volumen del alveolo cm<sup>3</sup></b>	<b>% Vacío</b>
M-1	39.0	9.0	18.9	6643.5	3396.2	2293.0	56.14
M-2	39.0	9.0	18.9	6612.1	3284.5	2182.8	57.04
M-3	39.1	9.0	18.9	6646.7	3425.3	2239.2	57.99
M-4	39.1	9.0	18.8	6607.3	3300.1	2220.2	56.35
M-5	39.0	9.0	19.3	6746.8	3412.7	2319.3	55.78
<b>Promedio</b>	<b>39.0</b>	<b>9.0</b>	<b>18.9</b>	<b>6651.3</b>	<b>3363.8</b>	<b>2250.9</b>	<b>56.7</b>

Fuente: Propia elaboración.

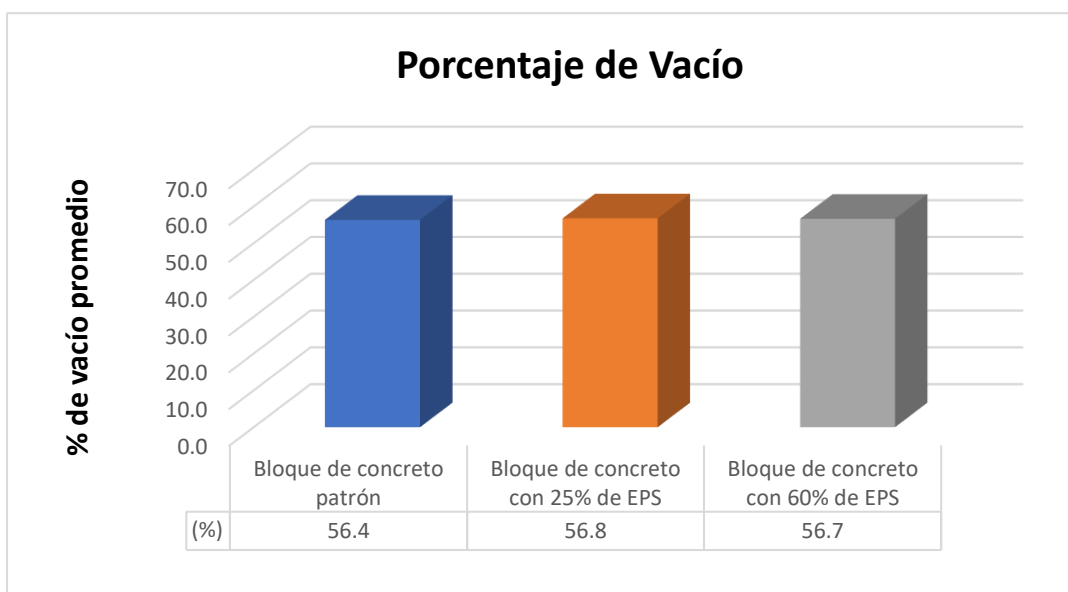


Figura 17. % de vacío de los bloques elaborados.

Fuente: Propia elaboración.

**Interpretación:** Respecto a la NTP E.070 del RNE, menciona que una unidad es mayor al 30% de huecos respecto al área bruta, se cataloga como una unidad hueca. Por lo tanto, los bloques de concreto serán denominadas como unidad hueca, ya que, tiene un porcentaje de vacíos de 56.4%, 56.8% y 56.7% respectivamente.

## **Absorción (NTP 399.613 y NTP 399.604)**

### **Objetivo**

Hallar el % de absorción que tienen las unidades de concreto a las 24 horas de haberlos colocado en el agua.

### **Equipo**

- Bloques de concreto patrón.
- Bloques elaborados con 25% de EPS.
- Bloques elaborados con 60% de EPS.
- Horno de secado.
- Balanza 0.5 g.

### **Procedimiento**

- Se coloca el bloque de concreto en el agua durante un tiempo de 24 horas y el agua estará a una temperatura de 15 °C a 30 °C.
- Terminado el tiempo, se retira el bloque de concreto del agua y se procede a secar con una tela, luego se pesa en la balanza.
- Después se sitúa cada bloque en el horno de secado a 110 °C por un tiempo de 24 horas.
- Por último, se retira cada bloque del horno e inmediatamente pesarlo en la balanza.

### **Resultados**

Se reemplazan los datos obtenidos en el laboratorio en la fórmula siguiente:

$$\text{Absorción \%} = \left( \frac{\text{Peso saturado} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \right) * 100$$

Tabla. 45.

*% de absorción del bloque de concreto patrón.*

<b>% Absorción</b>			
Elaborado por: Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.			
Norma: NTP 399.613 y NTP 399.604			
Descripción: % de Absorción del bloque elaborado de concreto patrón.			
<b>Código</b>	<b>Peso seco. gr</b>	<b>Peso saturado. gr</b>	<b>Absorción. (%)</b>
M-1	10737.00	11092.40	3.31
M-2	10481.00	10718.50	2.27
M-3	10317.00	10561.50	2.37
M-4	10504.00	10765.00	2.48
M-5	10019.00	10295.00	2.75
<b>Promedio</b>	<b>10411.60</b>	<b>10686.48</b>	<b>2.64</b>

Fuente: Propia elaboración.

Tabla. 46.

*Porcentaje de absorción del bloque elaborado con 25% de poliestireno expandido.*

<b>% Absorción</b>			
Elaborado por: Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.			
Norma: NTP 399.613 y NTP 399.604			
Descripción: % de Absorción del bloque elaborado con 25% de EPS.			
<b>Código</b>	<b>Peso seco gr</b>	<b>Peso saturado gr</b>	<b>Absorción (%)</b>
M-1	10012.30	10297.90	2.85
M-2	10273.30	10519.50	2.40
M-3	9375.50	9674.50	3.19
M-4	10203.00	10451.50	2.44
M-5	8985.00	9304.50	3.56
<b>Promedio</b>	<b>9769.82</b>	<b>10049.58</b>	<b>2.89</b>

Fuente: Propia elaboración.

Tabla 47

% de absorción del bloque elaborado con 60% de EPS.

<b>% Absorción</b>			
Elaborado por: Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.			
Norma: NTP 399.613 y NTP 399.604			
Descripción: % de Absorción del bloque elaborado con 60% de EPS.			
<b>Código</b>	<b>Peso seco gr</b>	<b>Peso saturado gr</b>	<b>Absorción (%)</b>
M-1	8365.20	8738.20	4.46
M-2	8273.00	8689.50	5.03
M-3	8485.30	8890.50	4.78
M-4	8254.70	8651.60	4.81
M-5	8231.20	8657.00	5.17
<b>Promedio</b>	8321.88	8725.36	<b>4.85</b>

Fuente: Propia elaboración.

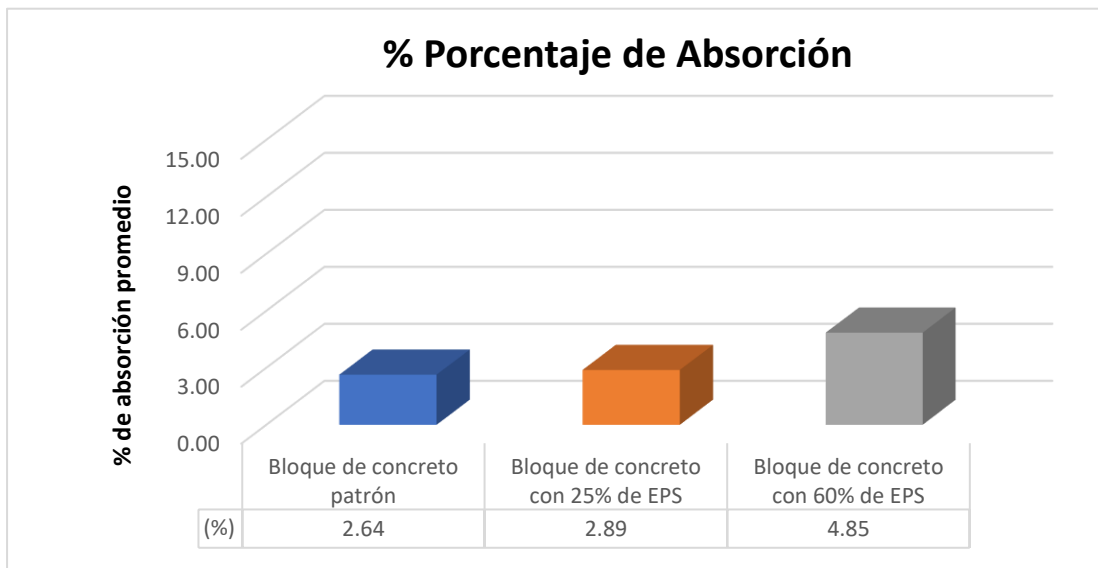


Figura 18. % de absorción de los bloques de concreto.

Fuente: Propia elaboración.

**Interpretación:** Según la NTP E.070 del RNE, describe que el bloque de concreto para el uso de muros estructurales tendrá una absorción como máximo del 12% y para bloque para uso no estructural tendrá como máximo el 15% de absorción. Por lo tanto, el bloque de concreto patrón, bloque elaborado con 25% de EPS y bloque elaborado con 60% de EPS están dentro de los límites permitidos por la norma con un 2.64%, 2.89% y 4.85% de absorción respectivamente.

## **Compresión por unidad (NTP 399.613 y NTP 399.604)**

### **Objetivo**

Determinar la resistencia de fuerza de compresión de los bloques de concreto.

### **Equipo**

- Los bloques de concreto.
- Los bloques elaborados con 25% de poliestireno expandido.
- Los bloques elaborados con 60 % de poliestireno expandido.
- La máquina para el ensayo a compresión.

### **Procedimiento**

- Al realizar la prueba se necesitó de 5 bloques secos y en buen estado, debido que se coloca en la zona superior e inferior del bloque una capa de yeso y cemento (1:2), con finalidad de nivelar la parte superficial de contacto, por lo tanto, se le dejara secar un tiempo mínimo de 24 horas.
- Luego se coloca el bloque dentro de la máquina de rotura.
- Se le coloca un peso a una velocidad adecuada por el operador hasta lograr aplicar la mitad del valor máximo, luego hay un ajuste de control de la máquina para que se le aplique una carga homogénea.

### **Resultados**

Se obtendrá la resistencia a la compresión del bloque de concreto ( $f'_b$ ) de la siguiente formula:

$$f'_b = \frac{C_m}{A_b}$$

Donde:

$f'_b$  = Resistencia a la compresión del bloque de concreto (kg/cm<sup>2</sup>.)

$C_m$  = Carga máxima de rotura (kg.)

$A_b$  = Área bruta de bloque de concreto (cm<sup>2</sup>)

La resistencia a la compresión característica ( $f'_b$ ) se alcanza:

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

Dónde.:

$f_b$  = Resistencia a la compresión del bloque de concreto (kg/cm<sup>2</sup>).

$f_b$  promedio = Resistencia promedio a la compresión del bloque de concreto (kg/cm<sup>2</sup>).

$\sigma$  = Desviación estándar.

Tabla 48.

*Compresión por unidad del bloque de concreto patrón.*

<b>Compresión por unidad</b>						
Elaborado por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.					
Norma:	NTP 399.613 y 399.604					
Descripción:	Compresión por unidad del bloque de concreto patrón.					
<b>Código</b>	<b>Largo Cm</b>	<b>Alto Cm</b>	<b>Ancho Cm</b>	<b>Área Bruta cm<sup>2</sup></b>	<b>Carga kg</b>	<b>Resistencia f'b kg/cm<sup>2</sup></b>
M-1	39.00	19.00	9.00	351.00	23430	66.8
M-2	39.00	18.90	9.10	354.90	30128	84.9
M-3	38.90	18.90	9.10	353.99	28942	81.8
Promedio =						77.8
Desviación estándar =						9.70
Resistencia f'b (kg/cm <sup>2</sup> ) =						<b>68.1</b>

Fuente: Propia elaboración.

Tabla. 49.

*Compresión por unidad del bloque elaborado con 25% de EPS.*

<b>Compresión por unidad</b>						
Elaborado por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.					
Norma:	NTP 399.613 y 399.604					
Descripción:	Compresión por unidad del bloque de concreto con 25% de EPS.					
<b>Código</b>	<b>Largo Cm</b>	<b>Alto Cm</b>	<b>Ancho Cm</b>	<b>Área Bruta cm<sup>2</sup></b>	<b>Carga kg</b>	<b>Resistencia f'b kg/cm<sup>2</sup></b>
M-1	39.10	19.00	9.10	355.81	25536	71.8
M-2	39.00	18.90	9.00	351.00	36096	102.8
M-3	39.10	18.90	9.00	351.90	32416	92.1
Promedio =						88.9
Desviación estándar =						15.8
Resistencia f'b (kg/cm <sup>2</sup> ) =						<b>73.1</b>

Fuente: Propia elaboración.

Tabla. 50.

*Compresión por unidad del bloque elaborado con 60% de EPS.*

<b>Compresión por unidad</b>						
Elaborado por:	Andrés Salazar G. y Waldir Solís C.					
Norma:	NTP 399.613 y 399.604					
Descripción:	Compresión por unidad del bloque de concreto con 60% de EPS.					
<b>Código</b>	<b>Largo Cm</b>	<b>Alto Cm</b>	<b>Ancho Cm</b>	<b>Área Bruta cm<sup>2</sup></b>	<b>Carga Kg</b>	<b>Resistencia f'b kg/cm<sup>2</sup></b>
M-1	39.00	19.00	8.90	347.10	18476	53.2
M-2	39.10	18.90	9.00	351.90	19957	56.7
M-3	39.10	18.90	8.90	347.99	20506	58.9
Promedio =						56.3
Desviación estándar =						2.9
Resistencia f'b (kg/cm <sup>2</sup> ) =						<b>53.4</b>

Fuente: Propia elaboración.

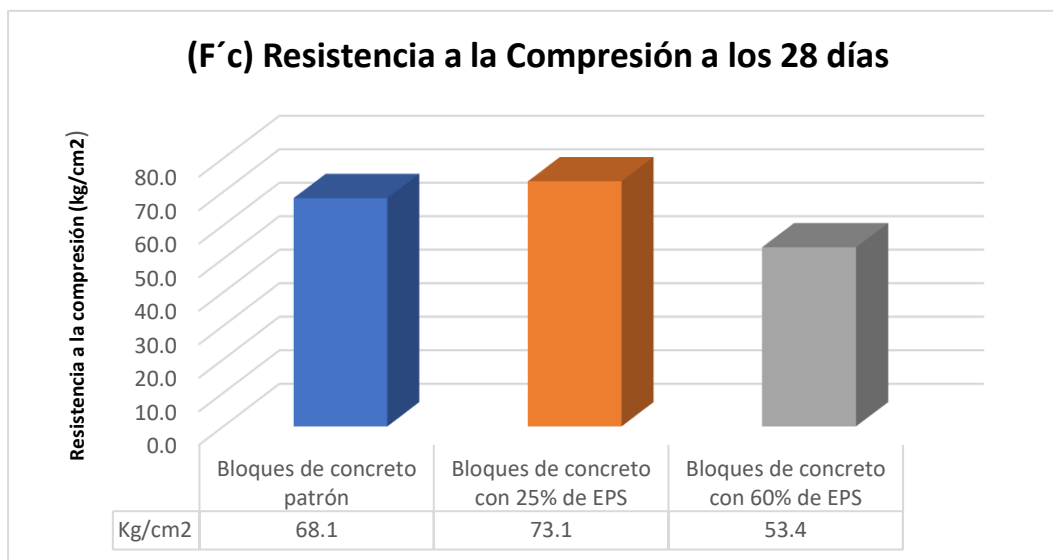


Figura 19. Resistencia a la compresión de los bloques de concreto.

Fuente: Propia elaboración.

**Interpretación:** Según la normativa E.070 del RNE, detalla que el bloque de concreto para el uso de muros estructurales portará un F'c de 50 kg/cm<sup>2</sup> y para uso no estructural 20 kg/cm<sup>2</sup>. Para la NTP tendrá 71.4 kg/cm<sup>2</sup> para uso estructural y para uso no estructural tendrá 40.8 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, el bloque de concreto patrón con 68.10 kg/cm<sup>2</sup> es considerado portante para el RNE y no estructural para la NTP, el bloque elaborado con 25% de EPS es considerado portante para el RNE y NTP y respecto al bloque elaborado



con 60% de poliestireno expandido con 53.42 kg/cm<sup>2</sup> es considerado portante para el RNE y como no estructural para la NTP.

### Análisis del costo del concreto por metro cúbico (m<sup>3</sup>)

Tabla 51.

*Análisis de costos unitarios por m<sup>3</sup> de concreto.*

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Partida. : <b>Concreto simple F'c= 70 kg/cm<sup>2</sup></b>					
Rendimiento: <b>m<sup>3</sup>/Día</b>	MO =	<b>20.00</b>	C.U. directo por: m <sup>3</sup>	<b>185.92</b>	
	EQ =	<b>20.00</b>			
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
CAPATAZ	hh	0.100	0.040	24.10	0.96
OPERARIO	hh	1.000	0.400	20.10	8.04
OFICIAL	hh	0.500	0.200	16.47	3.29
PEÓN	hh	2.000	0.800	14.81	11.85
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.000	0.400	20.10	8.04
					<b>32.18</b>
<b>Materiales.</b>					
ARENA GRUESA	m <sup>3</sup>		0.416	41.00	17.06
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	Bls		6.000	18.86	113.16
CONFITILLO DE 3/8"	m <sup>3</sup>		0.267	35.26	9.41
AGUA.	m <sup>3</sup>		0.203	12.30	2.50
					<b>142.13</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5%	32.18	1.61
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3	hm	1.000	0.400	25.00	10.00
					<b>11.61</b>

Fuente: Propia elaboración.

Tabla 52.

*Análisis de costos unitarios por m3 de concreto con 25% de poliestireno expandido.*

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS POR UNIDAD</b>						
Partida. :		<b>Concreto simple F'c= 70 kg/cm2 con 25% de poliestireno expandido</b>				
Rendimiento:	<b>m3/Día</b>	MO = <b>20.00</b>		C.U. directo por: m3	<b>186.08</b>	
		EQ = <b>20.00</b>				
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>						
CAPATAZ	hh	0.100	0.040	24.10	0.96	
OPERARIO	hh	1.000	0.400	20.10	8.04	
OFICIAL	hh	0.500	0.200	16.47	3.29	
PEÓN	hh	1.000	0.400	14.81	5.92	
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.000	0.400	20.10	8.04	
						<b>26.25</b>
<b>Materiales</b>						
ARENA GRUESA.	m3		0.416	41.00	17.06	
CEMENTO PORTLAND TIPO I. (42.5 kg.)	Bls		6.000	18.86	113.16	
CONFITILLO DE 3/8"	m3		0.200	35.26	7.05	
AGUA	m3		0.203	12.30	2.50	
PERLITAS DE POLIESTIRENO D=10 kg/m3	Kg		0.668	13.12	8.76	
						<b>148.52</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5%	26.25	1.31	
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3	Hm	1.000	0.400	25.00	10.00	
						<b>11.31</b>

Fuente: Propia elaboración.

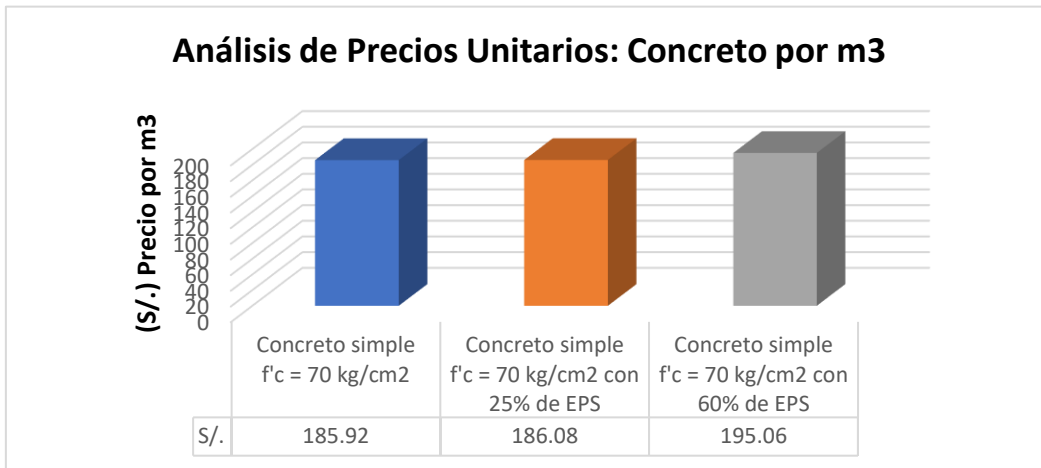
Tabla. 53.

*Análisis de cotos por unidad de m3 de concreto con 60% de poliestireno expandido.*

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
Partida. :		<b>Concreto simple F'c= 70 kg/cm2 con 25% de poliestireno expandido</b>			
Rendimiento:	<b>m3/Día</b>	MO = <b>20.00</b>	C.U. directo por : m3		<b>186.08</b>
		EQ = <b>20.00</b>			
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
CAPATAZ	hh	0.100	0.040	24.10	0.96
OPERARIO	hh.	1.000	0.400	20.10	8.04
OFICIAL	hh	0.500	0.200	16.47	3.29
PEÓN	hh	1.000	0.400	14.81	5.92
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.000	0.400	20.10	8.04
					<b>26.25</b>
<b>Materiales.</b>					
ARENA GRUESA.	m3		0.416	41.00	17.06
CEMENTO PORTLAND TIPO I. (42.5 kg).	Bls		6.000	18.86	113.16
CONFITILLO DE 3/8"	m3		0.200	35.26	7.05
AGUA	m3		0.203	12.30	2.50
PERLITAS DE POLIESTIRENO D=10 kg/m3	Kg		0.668	13.12	8.76
					<b>148.52</b>
<b>Equipos.</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5%	26.25	1.31
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3	Hm.	1.000	0.400	25.00	10.00
					<b>11.31</b>

Fuente: Propia elaboración.

Figura 20. Análisis comparativo del concreto por m3.



Fuente: Propia elaboración.

**Interpretación:** En el gráfico N°20 se aprecia el concreto simple  $f'c = 70 \text{ kg/cm}^2$  está costando S/. 185.92 por m3, el concreto simple  $f'c = 70 \text{ kg/cm}^2$  con 25% de poliestireno expandido (EPS) está costando S/. 186.08 por m3 y el concreto simple  $f'c = 70 \text{ kg/cm}^2$  con 60% de poliestireno expandido (EPS) tiene un costo de S/. 195.06 por m3.

## Análisis del costo del bloque de concreto

Tabla 54.

Análisis de costo unitario del bloque de concreto.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Partida :	<b>Bloques de concreto F'c= 70 kg/cm2 (39cm x 19cm x 9cm)</b>				
Rendimiento :	<b>BLQ/Día</b>	MO =	<b>280.00</b>	C.U. directo por : BLQ	<b>1.44</b>
		EQ =	<b>280.00</b>		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
PEÓN	hh	1.000	0.029	14.81	0.42
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.000	0.029	20.10	0.57
					<b>0.99</b>
<b>Materiales</b>					
ARENA GRUESA	m3		0.00187	41.00	0.07667
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.00036	18.86	0.00679
CONFITILLO DE 3/8"	m3		0.00120	35.26	0.04231
AGUA	m3		0.00091	12.30	0.01119
PETRÓLEO	gln		0.00040	9.84	0.00394
					<b>0.14090</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3%	0.99	0.03
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3	hm	1.000	0.029	9.84	0.28
					<b>0.31</b>

Fuente: Propia elaboración.

Tabla 55.

*Análisis. de precio unitario del bloque elaborado con 25% de poliestireno expandido.*

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
Partida. :					
<b>Bloques de concreto F'c = 70 kg/cm<sup>2</sup> (39cm x 19cm x 9cm) con 25% de poliestireno expandido</b>					
Rendimiento :	<b>BLQ/Día</b>	MO =	<b>280.00</b>	C.U. directo por :	<b>BLQ 1.47</b>
		EQ =	<b>280.00</b>		
Descripción. Recurso.	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra.</b>					
PEÓN	hh	1.000	0.029	14.81	0.42
O. PERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.000	0.029	20.10	0.57
					<b>0.99</b>
<b>Materiales</b>					
ARENA GRUESA	m3		0.00187	41.00	0.077
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg.)	bls		0.00036	18.86	0.007
CONFITILLO DE 3/8"	m3		0.00090	35.26	0.032
AGUA	m3		0.00091	12.30	0.011
PERLITAS DE. POLIESTIRENO D=10 kg/m3	kg		0.00315	13.12	0.041
PETRÓLEO	gln		0.00040	9.84	0.004
					<b>0.172</b>
<b>Equipos.</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES.	%MO		3%	0.99	0.03
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3	hm	1.000	0.029	9.84	0.28
					<b>0.31</b>

Fuente: Propia elaboración.

Tabla 56.

Análisis de precio unitario del bloque elaborado con 60% de poliestireno expandido.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Partida :					
<b>Bloques de concreto F'c = 50 kg/cm<sup>2</sup> (39cm x 19cm x 9cm) con 60% de poliestireno expandido</b>					
Rendimiento :	<b>BLQ/Día</b>	MO =	<b>280.00</b>	C.U. directo por :	BLQ <b>1.55</b>
		EQ =	<b>280.00</b>		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
PEÓN	hh	1.000	0.029	14.81	0.42
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.000	0.029	20.10	0.57
					<b>0.99</b>
<b>Materiales</b>					
ARENA GRUESA	m3		0.00187	41.00	0.077
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	Bls		0.00036	18.86	0.007
CONFITILLO DE 3/8"	m3		0.00048	35.26	0.017
AGUA	m3		0.00091	12.30	0.011
PERLITAS DE POLIESTIRENO D=10 kg/m <sup>3</sup>	Kg		0.00757	13.12	0.099
PETRÓLEO	gln		0.00400	9.84	0.039
					<b>0.250</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3%	0.99	0.03
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3	Hm.	1	0.029	9.84	0.28
					<b>0.31</b>

Fuente: Elaboración propia.

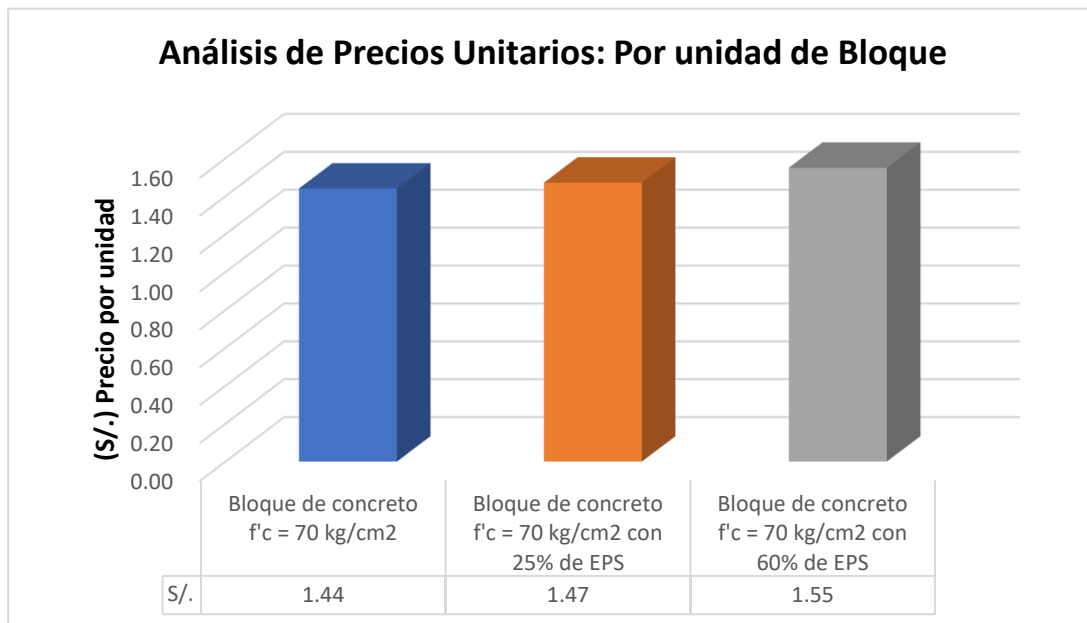


Figura 21. Análisis comparativo por unidad de bloque.

Fuente: Propia elaboración.

**Interpretación:** La figura N°22 apreciamos el bloque de concreto.  $f'c = 70 \text{ kg/cm}^2$  está costando S/. 1.44 por unidad, el bloque de concreto  $f'c = 70 \text{ kg/cm}^2$  con 25% de EPS está costando S/. 1.47 por unidad y el bloque de concreto  $f'c = 70 \text{ kg/cm}^2$  con 60% de EPS tiene un costo de S/. 1.55 por unidad.

### **Análisis del costo del muro de bloques de concreto**

Tabla 57.

*Análisis de precio unitario del muro de bloques de concreto.*

<b>ANÁLISIS. DE. PRECIOS UNITARIOS.</b>					
Partida: <b>Muro de bloques. de concreto (39cm x 19cm x 9cm) de sogá con. Mezcla. C:A 1:5</b>					
Rendimiento: <b>m2/Día</b>	MO =	<b>12.00</b>	C.U. directo por: m2	<b>41.16</b>	
	EQ =	<b>12.00</b>			
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
CAPATAZ	hh	0.100	0.067	24.10	1.61
OPERARIO	hh	1.000	0.667	20.10	13.40
PEÓN	hh	0.500	0.333	14.81	4.94
					<b>19.95</b>
<b>Materiales</b>					
AGUA	m3		0.002	12.30	0.02
ARENA GRUESA	m3		0.007	41.00	0.30
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.051	18.86	0.96
BLOQUE DE CONCRETO $F'c = 70 \text{ kg/cm}^2$	und		12.50	1.44	18.00
					<b>19.28</b>
<b>Equipos.</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3%	19.95	0.60
ANDAMIO METAL	día	0.100	0.067	20.00	1.33
					<b>1.93</b>

Fuente: Propia elaboración.



Tabla. 58.

*Análisis de precio unitario del muro de bloques de concreto al 25% de poliestireno expandido.*

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
Partida :	<b>Muro. De. Bloques. de concreto al 25% de poliestireno expandido (39cm x 19cm x 9cm) de soga con mezcla C:A 1:5</b>				
Rendimiento. :	<b>m2/Día</b>	MO. = <b>12.00</b>		C.U. directo por : m2	<b>41.54</b>
		EQ. = <b>12.00</b>			
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
CAPATAZ	hh	0.100	.067	.24.10	1.61
OPERARIO	hh	1.000	.667	.20.10	13.40
PEÓN	hh	0.500	.333	.14.81	4.94
					<b>19.95</b>
<b>Materiales</b>					
AGUA	m3		0.002	12.30	.02
ARENA GRUESA	m3		0.007	41.00	0.30
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg.)	Bls		0.051	18.86	0.96
BLOQUE DE CONCRETO F'c= 70kg/cm2 AL 25% DE POLIESTIRENO EXP.	Und		12.50	1.47	18.38
					<b>19.66</b>
<b>Equipos.</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3%	19.95	0.60
ANDAMIO METAL	día	0.100	0.067	20.00	1.33
					<b>1.93</b>

Fuente: Propia elaboración.

Tabla. 59.

*Análisis de precio unitario del muro de bloques de concreto al 60% de poliestireno expandido.*

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.</b>					
Partida :	<b>Muro. De. Bloques. de concreto al 60% de poliestireno expandido (39cm x 19cm x 9cm) de saga con mezcla C:A 1:5</b>				
Rendimiento. :	<b>m2/Día</b>	M.O. = <b>12.00</b>	C.U. directo. por : m2	<b>42.54</b>	
		E.Q. = <b>12.00</b>			
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
CAPATAZ	hh	0.100	.067	.24.10	.1.61
OPERARIO	hh	1.000	.667	.20.10	13.40
PEÓN	hh	0.500	.333	.14.81	4.94
					<b>19.95</b>
<b>Materiales</b>					
AGUA	m3		0.002	12.30	0.02
ARENA. GRUESA	m3		0.007	41.00	0.30
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg.)	bls		0.051	18.86	0.96
BLOQUE DE CONCRETO F'c= 50kg/cm2 AL 60% DE POLIESTIRENO EXP.	und		12.50	1.55	19.38
					<b>20.66</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3%	19.95	0.60
ANDAMIO METAL	día	0.100	0.067	20.00	1.33
					<b>1.93</b>

Fuente: Propia elaboración.

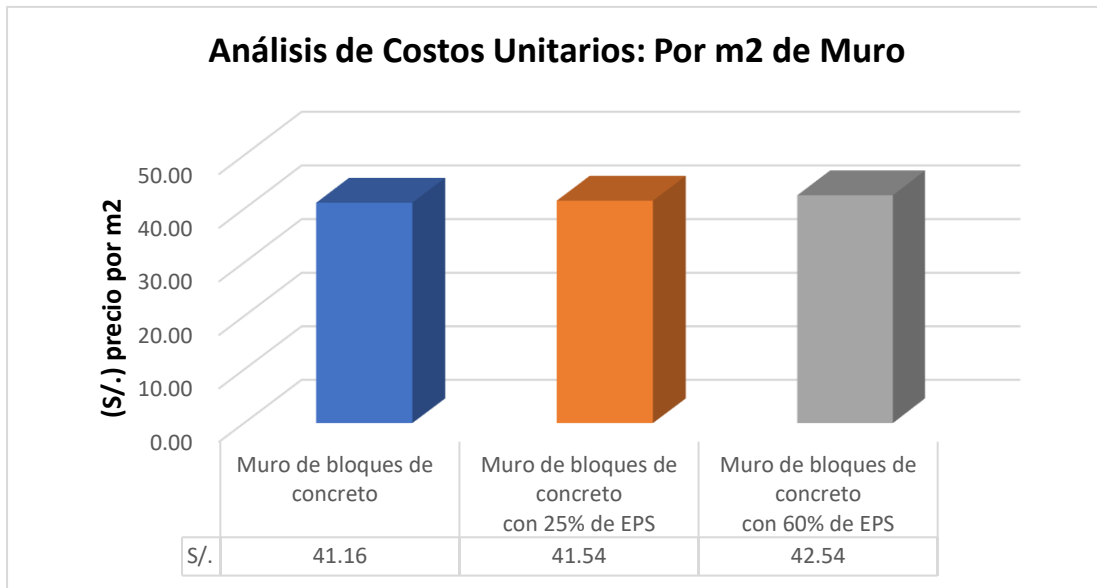


Figura 22. Análisis comparativo del muro por m2.

Fuente: Propia elaboración.

**Interpretación:** La figura N°23 se aprecia el muro de bloques de concreto está costando S/. 41.16 por m2, el muro de bloques de concreto elaborado 25% de EPS está costando S/. 41.54 por m2 y el muro de bloques de concreto con 60% de EPS tiene un costo de S/. 42.54 por m2.

## **IV. DISCUSIÓN**

Posterior al análisis podemos afirmar que:

Según Paulino y Espino (2011) en su tesis se obtuvo como resultado que las resistencias a los 7 días fueron de 177 kg/cm<sup>2</sup>, 14 días de 185 kg/cm<sup>2</sup>. y a los 28 días de 223 kg/m<sup>2</sup> del concreto simple y del concreto ligero se obtuvo a los 7 días de 75 kg/cm<sup>2</sup>, 14 días de 91 kg/cm<sup>2</sup> y 28 días de 128 kg/cm<sup>2</sup>. Con los resultados de la investigación podemos afirmar la teoría de los investigadores la cual hace referencia es la reducción de peso de los bloques y en la comparación de las resistencias a los 28 días, en la cual se logró la resistencia del bloque patrón de  $F'c = 68.1$  kg/cm<sup>2</sup> la cual se reduce en la incorporación del 60% de poliestireno expandido a una Resistencia  $F'c = 53.4$  kg/cm<sup>2</sup>.

Bustamante y Díaz (2014), obtuvieron como resultado una resistencia a la compresión se reduce al incrementar el contenido de EPS, dicha resistencia aumenta al elevar la densidad del concreto. Los resultados que se obtuvieron en el estudio coinciden con su conclusión de la reducción de la resistencia por incremento de las perlitas de poliestireno expandido.

Vega (2017), sostuvo que a mayor cantidad de perlitas en sustitución de la arena a la mezcla del hormigón va disminuyendo la resistencia del hormigón. La resistencia y densidad son proporcionales, a mayor densidad del concreto, mayor resistencia. Con relación del presente estudio y empleando un diseño experimental obtuvimos que a mayor cantidad de EPS en sustitución de la piedra (confitillo) en cuestión de propiedades mecánicas, nos resulta un bloque de mayor ligereza y con  $F'c$ . La disminución de peso vario del bloque patrón con un peso de 10.41 kg a 8.32 kg que se obtuvo del bloque al 60 % de incorporación de poliestireno expandido.

Sierra (2014), logró concluir que las perlas de EPS, son capaces de sustituir a la piedra en su totalidad, y el agregado fino en ciertas proporciones, debido a que son áridos impermeables, no poseen impurezas, no se activa con el cemento y además tiene buena unión con el mismo. Con respecto a los resultados obtenidos, podemos detallar que el agregado grueso es reemplazado en cierto porcentaje, ya que, si lo reemplazamos en su totalidad pierde resistencia a compresión que es una parte importante para cumplir con los requisitos de aceptación de albañilería. En nuestra investigación realizamos un reemplazo del agregado grueso de un 25% y de un 60 %, dando como resultado una reducción de peso considerable.

Lituma y Zhunio (2015), reemplazaron la arena gruesa por las perlas de EPS y lo que obtuvieron fue una disminución del peso en diferentes edades, por lo tanto, la densidad

de la arena gruesa es mayor a la densidad el EPS. Ante los resultados del autor, se puede decir de los resultados obtenidos de la investigación que para la disminución del peso se debe reemplazar el agregado que cuenta con mayor densidad, (agregado grueso), para así hacer más efectivo la reducción de peso al bloque.

## **V. CONCLUSIONES**

Para la investigación se dieron las siguientes conclusiones:

1. Se pudo afirmar que la densidad del bloque disminuye con la incorporación del poliestireno expandido, esto varía de acuerdo al porcentaje que se le agrega.
2. En la dosificación planteada para los bloques, se reemplazó el 25% y 60% de agregado grueso (confitillo) por poliestireno expandido lo cual dio resultados favorables al 25% llegando a usarse para muros portantes según normativa peruana.
3. Los resultados de la muestra patrón fue de una  $F'c = 68.10 \text{ Kg/cm}^2$ , al 25% de EPS fueron los más óptimos con una resistencia a la compresión de  $F'c = 73.13 \text{ Kg/cm}^2$ . Los resultados al 60% de EPS fueron de una  $F'c = 53.42 \text{ Kg/cm}^2$ , lo cual nos afirma que la reducción de resistencia es inversamente proporcional al porcentaje de reemplazo de agregado. Por lo tanto, los bloques se consideran utilizables para muros portantes y muros no portantes.
4. Se concluye que la incorporación del poliestireno expandido tiene gran influencia en los bloques de concreto, ya que, reduce su peso, lo cual es beneficioso para las edificaciones, tiene bajo porcentaje de absorción respecto a lo que exige la NTP y una capacidad de aislamiento óptima.



## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Incentivar el uso de los bloques de concreto y así evitar los daños ambientales por la cocción de la arcilla en los ladrillos convencionales.
2. Realizar el ensayo de materiales adecuado respetando las NTP, para poder determinar las propiedades de éstos y así obtener un buen diseño de mezcla.
3. Se recomienda un buen mezclado y vibrado del concreto al ser vaciado en el molde metálico.
4. Aceitar el molde por cada bloque elaborado, así facilitar a la hora de desmoldar.
5. Tener un slump de 1”a 2” de diseño de mezcla como máximo para que no se desmorone los bloques de concreto al momento de desmoldarlo.
6. Realizar un diseño de mezcla con mayor resistencia para poder sustituir al 100% el confitillo y que se utilice en muro portantes de acuerdo a la NTP y RNE con un peso mínimo para lograr un mayor rendimiento.
7. Buscar un diseño en el cuál podamos reemplazar el agregado grueso y cierto porcentaje de agregado fino.
8. Elaborar una investigación de mortero con poliestireno expandido para ser utilizado en estas unidades de albañilería y así incrementar sus propiedades aislantes.

## REFERENCIAS

- Arrieta, J., y Peñaherrera, E. (2001). *Fabricación, de, bloques, de concreto, con una mesa, vibradora*. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsade/e/full,text/uni/proy8.pdf>
- Asociación, nacional, de poliestireno expandido (s.f). *Propiedades del, EPS*. Recuperado de [http://www.construccioneps.com/descargas/producto/propiedades\\_del\\_EPS.pdf](http://www.construccioneps.com/descargas/producto/propiedades_del_EPS.pdf)
- Abanto, F. (2015). *Tecnología, del concreto*. (2ª ed.). Lima, Perú: San, Marcos.
- Arte y Cemento (2011), *El uso del poliestireno expandido en obras de ingeniería civil*, Recuperado de <file:///C:/Users/HP/Desktop/libros%20utilizados/USO-DEL-EPS-EN-OBRAS-DE-INGENIERIA-CIVIL.pdf>
- Borja, M. (2012). *Metodología, de la investigación científica para, Ingenieros*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/manbrjoa/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>
- Bustamante, D., & Díaz, C. (2014). *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú.
- Carrasco, S. (2005). *Metodología, de la investigación, científica: Pautas para diseñar, y elaborar, un proyecto de investigación*. Lima, Perú: San Marcos.
- Gutiérrez, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción* (2ª Ed). Manizales, Colombia: Centro de publicaciones Universidad Nacional de Colombia.
- Gonzalo, N. (2017). *Aplicación, del poliestireno expandido en la fabricación de unidades de concreto liviano para muros de tabiquería en la ciudad de Arequipa* (Tesis de pregrado). Universidad, Católica de Santa María, Arequipa, Perú.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, L. (2010). *Metodología para la investigación* (5ª Ed). México, D.F, México: Mc Graw, Hill.
- Jiménez, A. (2009). *Análisis y evaluación de bloques prefabricados de concreto aligerados con poliestireno expandido* (Tesis de pregrado). Universidad, de san Carlos, de Guatemala, Guatemala.

- La fundación de energía de la comunidad de Madrid (2012). *Guía, sobre materiales aislantes y eficiencia, energética 2012*. Recuperado de [https://,www.fenercom.com/pages/publicaciones,/publicacion.php?id=187](https://www.fenercom.com/pages/publicaciones,/publicacion.php?id=187)
- Lituma, M., & Zhunio, B. (2015). Influencia, de las perlas, de poliestireno expandido (EPS) en el peso, y en la resistencia a compresión del hormigón (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Norma, Técnica, peruana, 399.088 (2006). Hormigón, (concreto,). *Agua, de mezcla utilizada, en la producción, de concreto, de cemento portland*. (2ª ed.). Lima, Perú: Indecopi.
- Norma, Técnica, peruana, 400.037 (2002). Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto). (2ª ed.). Lima, Perú: Indecopi.
- Norma, Técnica, peruana, 399.600 (2017). *Unidades, de albañilería. Bloques, de concreto para uso no estructural*. (3ª ed.). Lima, Perú: Inacal.
- Norma, Técnica, peruana, 399.602 (2017). *Unidades, de albañilería. Bloques, de concreto para uso estructural*. (3ª ed.). Lima, Perú: Inacal.
- Norma Técnica Peruana 399.006 (2016). Coordinador modular, de la construcción. Bloques huecos, de concreto, para muros, y tabiques. Medidas modulares. (1ª ed.). Lima, Perú: Inacal.
- Pasquel, E. (1998,). *Tópicos, de Tecnología, de Concreto*. (2ª ed.). Lima, Perú: Colegio, de Ingenieros, del Perú.
- Paulino, J., & Espino, R. (2017). Análisis, comparativo de la utilización, del concreto simple y el concreto liviano, con eps como aislante térmico y acústico aplicado, a unidades de albañilerías en el Perú (Tesis de pregrado,). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Pérez, T. (2016). *Comportamiento, físico-mecánico del ladrillo de concreto, tipo IV* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, la Molina, Lima, Perú.
- Rivva, E. (2015). *Diseño de mezclas*. (3ª ed.). Lima, Perú: Williams.
- Rodríguez, H. (2017). Concreto, ligero a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidad de albañilería no estructural- Cajamarca (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

- Reglamento, Nacional de Edificaciones (2014). *Norma técnica, E.060 Concreto Armado*. (1ª ed.). Lima, Perú: Grupo universitario.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2014). *Norma técnica, E.070 Albañilería*. (1ª ed.). Lima, Perú: Grupo universitario.
- San Bartolomé, A. (1994). *Construcciones de albañilería*. Recuperado de file:///C:/Users/Andres/Downloads/constr\_albanileria.pdf
- Soto, E. (2017). Reaprovechamiento de residuos industriales de la minería – metalúrgica y poliestireno expandido, en la elaboración de adoquines para piso Rímac – 2017 (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Sierra, J. (2014). Análisis comparativo entre bloques de concreto tradicional y bloques de concreto alivianados con poliestireno (Tesis de pregrado). Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Santoja, A. (2007). *El prototipo como proceso del diseño industrial I*. Madrid, España: Editorial de la UPV camino de vera.
- Vega, E. (2017). *Efecto de la perlita expandido en la resistencia mecánica del hormigón* (Tesis de pregrado). Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile.
- Vidal, A. (2010). Caracterización y evaluación del comportamiento de hormigones livianos, usando como materia prima poliestireno expandido modificado (MEPS) (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

Tabla 60.

*Matriz de consistencia.*

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>General</b> ¿De qué manera influye la incorporación del poliestireno expandido en la resistencia a la compresión de bloques de albañilería para ser utilizados como tabiquería?	<b>General</b> Analizar la influencia de la incorporación del poliestireno expandido en la resistencia a la compresión de bloques de albañilería para ser utilizados como tabiquería.	<b>General</b> La incorporación del poliestireno expandido reduce la resistencia a la compresión de bloques de albañilería para ser utilizados como tabiquería.	VI: Poliestireno expandido	Cantidad	25 % de perlitas EPS 60% de perlitas EPS
				Densidad	10 kg/m <sup>3</sup>
				Granulometría	2 - 10 mm
<b>Específicos</b> ¿De qué manera la incorporación del poliestireno expandido aligera el peso de bloques de albañilería para ser utilizados como tabiquería?	<b>Específicos</b> Analizar la incorporación del poliestireno expandido en el peso de bloques de albañilería, para ser utilizados como tabiquería.	<b>Específicos</b> La incorporación del poliestireno expandido por la baja densidad que tiene, permite aligerar el peso de bloques de albañilería para ser utilizados como tabiquería.	VD: Resistencia a la compresión de bloques de albañilería	Bloques de Albañilería	28 días
<b>Específicos</b> ¿De qué manera influye la incorporación del poliestireno expandido en la dosificación de bloques de albañilería para ser utilizados como tabiquería?	<b>Específicos</b> Determinar la influencia de la incorporación del poliestireno expandido en la dosificación de bloques de albañilería para ser utilizados como tabiquería.	<b>Específicos</b> La incorporación del poliestireno expandido reduce la cantidad de agregado grueso (confitillo) en la dosificación de bloques de albañilería para ser utilizados como tabiquería.		Dosificación de bloques	Cemento Arena gruesa Confitillo Agua
<b>Específicos</b> ¿Cuáles son los resultados de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería con la incorporación del poliestireno expandido para ser utilizados como tabiquería?	<b>Específicos</b> Explicar los resultados de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería con la incorporación del poliestireno expandido para ser utilizados como tabiquería.	<b>Específicos</b> El bloque de albañilería con la incorporación del poliestireno expandido cumple las resistencias mínimas de las NTP y RNE para ser utilizados como tabiquería.		Resistencia a la compresión	Fuerza axial Área F'c

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 2: Panel fotográfico

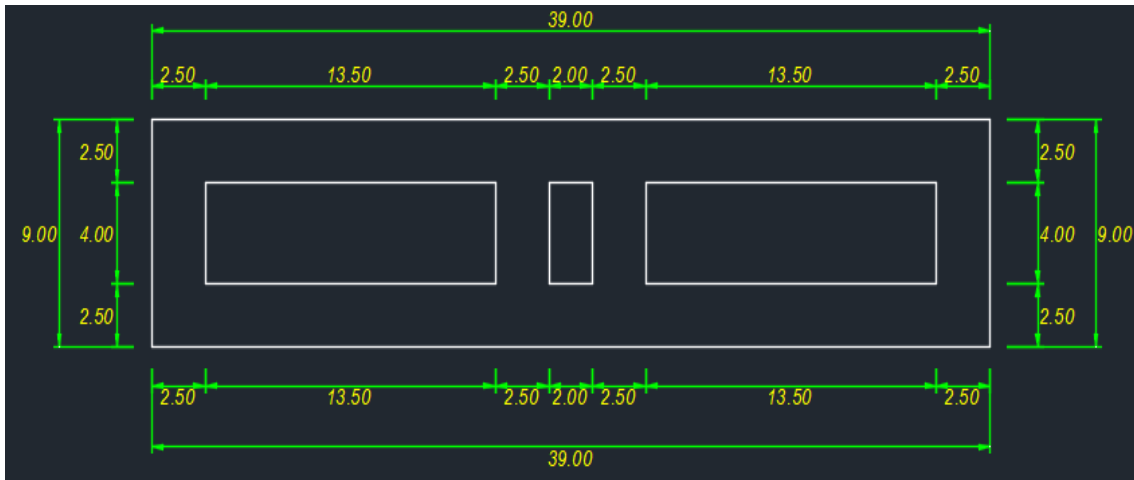


Figura 23. Diseño del bloque con vista en planta.  
Fuente: Propia elaboración.

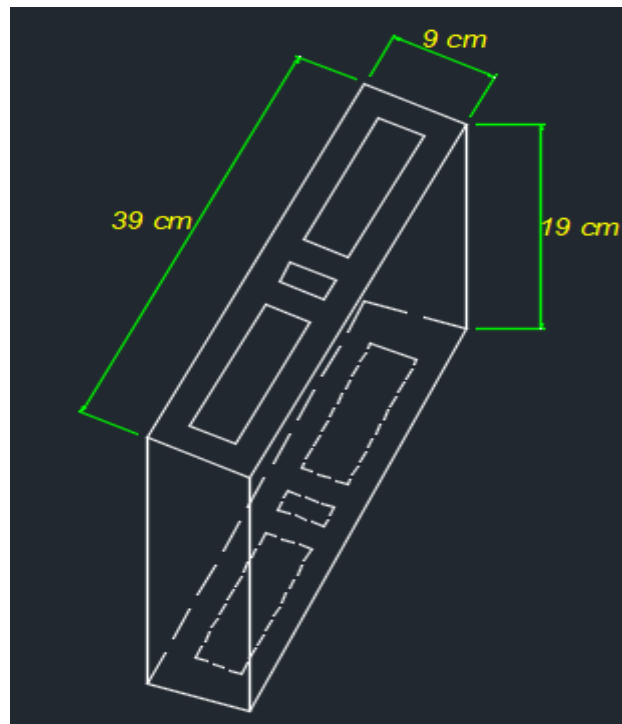


Figura. 24. Elevación del bloque.  
Fuente: Propia elaboración.



*Figura. 25.* Piedra chancada (confitillo) / cantera de Jicamarca.  
Fuente: Propia elaboración.



*Figura 26.* Arena (arena gruesa) / cantera de Cieneguilla.  
Fuente: Propia elaboración.





*Figura 27. Cuarteo (Confitillo).*  
Fuente: Propia elaboración.



*Figura 28. Tamizado del confitillo.*  
Fuente: Propia elaboración.



*Figura 29.* Peso suelto de la arena gruesa.  
Fuente: Propia elaboración.



*Figura 30.* Peso compactado de la arena gruesa.  
Fuente: Propia elaboración.





*Figura 31.* Peso compactado del confitillo.  
Fuente: Propia elaboración.



*Figura 32.* Molde metálico.  
Fuente: Propia elaboración.



*Figura 33.* Molde de madera.  
Fuente: Propia elaboración.



*Figura 34.* Materiales a utilizar para el bloque.  
Fuente: Propia elaboración.





*Figura 35.* Preparación de mezcla.  
Fuente: Propia elaboración.



*Figura 36.* Slump 1” del concreto patrón.  
Fuente: Propia elaboración.



*Figura 37.* Slump 1.5" del concreto con poliestireno expandido.  
Fuente: Propia elaboración.



*Figura 38.* Preparación de bloque.  
Fuente: Propia elaboración.





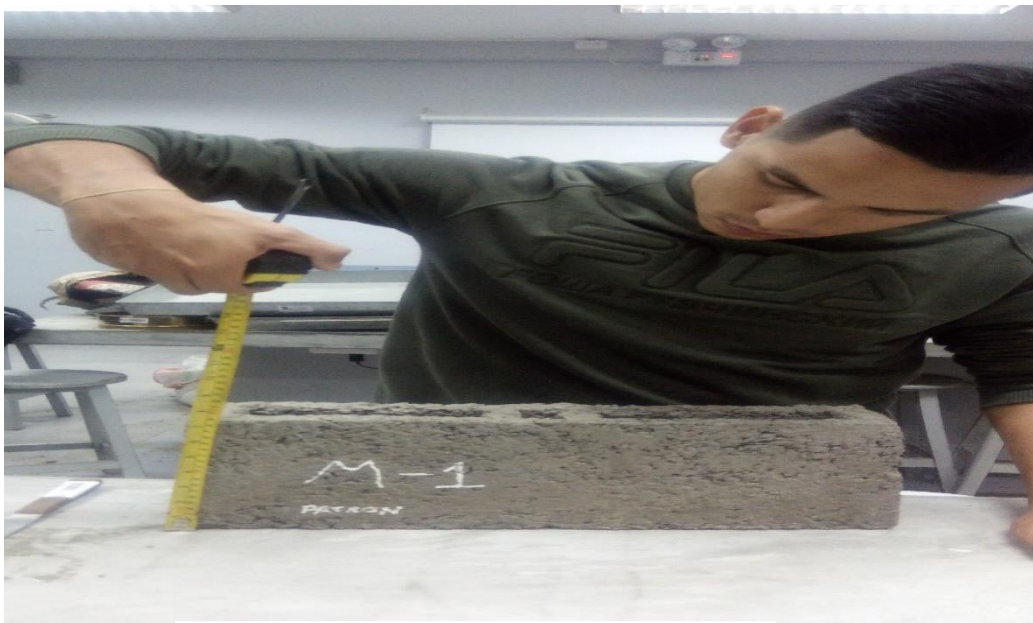
*Figura 39.* Bloques con poliestireno expandido.  
Fuente: Propia elaboración.



*Figura 40.* Procedimiento de curado  
Fuente: Propia elaboración.



*Figura 41.* Almacenamiento de los bloques.  
Fuente: Propia elaboración.



*Figura 42.* Mediciones de los bloques de concreto.  
Fuente: Propia elaboración.





*Figura 43.* Porcentaje de vacío de los bloques de concreto.  
Fuente: Propia elaboración.



*Figura 44.* Capping de cemento y yeso (1:2) en los bloques.  
Fuente: Propia elaboración.



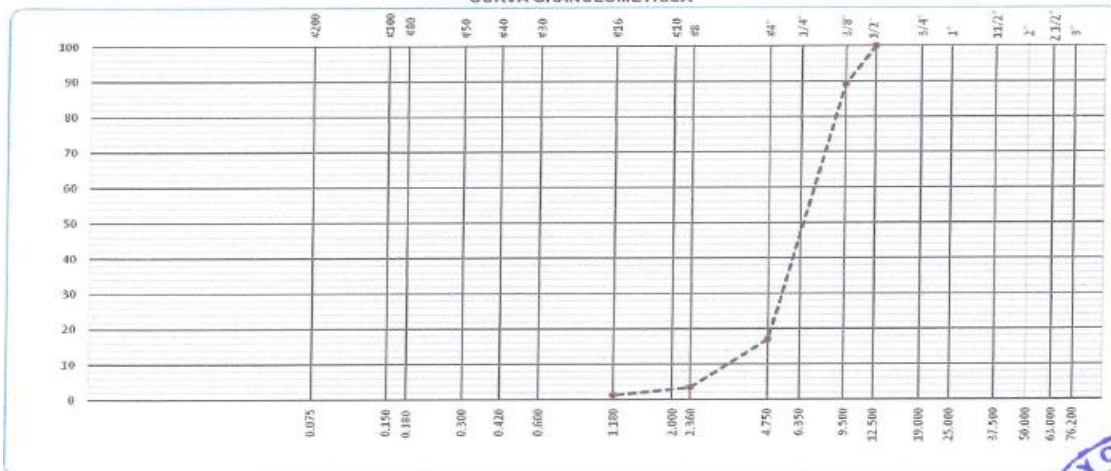
*Figura 45.* Ensayo a compresión de los bloques de concreto.  
Fuente: Propia elaboración.

### Anexo 3: Ensayos de las propiedades físicas de la piedra y la arena

	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b>		Código:	SI-AT-Tag
	I-002-2018-SI-AT-Tesis-Agregado		Versión:	V-01
			Fecha:	18/10/2018
Asunto	: Tema de tesis "Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería incorporando poliestireno expandido para ser utilizado como tabiquería, 2018"			
Solicitante	: Andrés Salazar Gonzalez y Waldir Solís Chumacero		Institución:	Universidad César Vallejo
Responsable de asesoría	: Miguel Angel Alfaro Huayanay		Especialidad:	Ingeniería Civil
Cargo	: Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto			
Fecha emisión informe	: 18/10/2018			
Identificación	: Cantera "Jicamarca"			
Descripción	: Grava triturada			
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP 400.012)</b>				

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PORCENTAJE				DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		Retenido	Retenido	Acumulado	Pasante	
2"	76.200					Peso húmedo 2182.00 g Peso seco 2160.00 g
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					Contenido de humedad 1.0 %
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					Observaciones
3/4"	19.000					
1/2"	12.500			100.0		
3/8"	9.500	233.0	10.8	10.8	89.2	
1/4"	6.350					
# 4	4.750	1581.0	72.3	83.1	16.9	
# 8	2.360	292.0	13.5	96.6	3.4	
# 10	2.000					
# 16	1.180	49.0	2.3	98.6	1.2	
# 20	0.840					
# 20	0.600					
# 40	0.425					
# 50	0.300					
# 60	0.250					
# 100	0.150					
# 150	0.075					
>200		25.0	1.2	100.0	0.0	


**CURVA GRANULOMETRICA**



  
**Naya Zapata Cuadros**  
 Gerente General  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

  
**Miguel Angel Alfaro Huayanay**  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b>				Código:	SI-AT-TAg
	<b>I-002-2018-SI-AT-Tesis-Agregado</b>				Versión:	V-01
					Fecha:	18/10/2018
<b>Asunto</b>	: Tema de tesis "Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería incorporando poliestireno expandido para ser utilizado como tabiquería, 2018"					
<b>Solicitante</b>	: Andrés Salazar Gonzalez y Waldir Solís Chumacero		<b>Institución:</b> Universidad César Vallejo		<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	
<b>Responsable de asesoría</b>	: Miguel Ángel Alfaro Huayanay					
<b>Cargo</b>	: Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto					
<b>Fecha emisión informe</b>	: 18/10/2018					
<b>Identificación</b>	: Centera "Jicamarca"					
<b>Descripción</b>	: Grava triturada					
<b>INFORME DE ENSAYO HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (NTP 339.185)</b>						
<b>MUESTRA N°</b>	1	2	3	4	5	6
Peso muestra natural	1064.0	738.0	823.0			
Peso muestra seca	1073.0	731.0	815.0			
Agua Contenida (g)	11.0	7.0	8.0			
% de Humedad natural	1.0	1.0	1.0			

<b>PROMEDIO</b>	1.0 %
-----------------	-------


**Observaciones :** Determinada en el laboratorio despues de la entrega de la muestra.

  
 Naya Zapata Cuadros  
 Gerente General  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

  
 Miguel Ángel Alfaro Huayanay  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.






	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b> <b>I-002-2018-SI-AT-Tests-Agregado</b>		Código:	SI-AT-TAG		
			Versión:	V-01		
			Fecha:	18/10/2018		
<b>A asunto</b> : Tema de tesis "Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería incorporando poliestireno expandido para ser utilizado como tabiquería, 2018" <b>Solicitante</b> : Andrés Salazar González y Wladir Solís Chumacero      Institución: Universidad César Vallejo      Especialidad: Ingeniería Civil <b>Responsable de asesoría</b> : Miguel Ángel Alfaro Huayanay <b>Cargo</b> : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto <b>Fecha emisión informe</b> : 18/10/2018						
<b>Identificación</b> : Cantera "Jicamarca" <b>Descripción</b> : Grava triturada						
<b>INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN (NTP 400.021)</b>						
<b>AGREGADO GRUESO</b>						
	MUESTRA	1	2	3	4	PROMEDIO
A	Peso del má. sól. superf. seco (en el aire) (g)	883.0	743.0			
B	Peso del má. sól. superf. seco (en el agua) (g)	417	467			
C	Vól. de masa + Vól. de vacíos (cc)	246.00	276.00			
D	Peso del material seco en el horno (105°C) (g)	652.00	730.0			
E	Vól. de masa (g)	235.00	283.0			
F	Peso específico bulk (base seca) (g/cc)	2.650	2.645			2.648
G	Peso específico bulk (base saturada) (g/cc)	2.685	2.692			2.694
H	Peso específico aparente (base seca) (g/cc)	2.774	2.776			2.775
I	% de absorción	1.7	1.8			1.7

Observaciones:

  
 Naya Zapata Cuadros  
 Gerente General  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

  
 Miguel Ángel Alfaro Huayanay  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b>	Código:	SI-AT-7Ag
	I-002-2018-SI-AT-Tesis-Agregado	Versión:	V-01
		Fecha:	18/10/2018

**Asunto** : Tema de tesis "Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería incorporando poliestireno expandido  
 : para ser utilizado como tabiquería, 2018"  
**Solicitante** : Andrés Salazar González y Waldir Solís Chumacero      Institución: Universidad César Vallejo      Especialidad: Ingeniería Civil  
**Responsable de asesoría** : Miguel Ángel Alfaro Huayanay  
**Cargo** : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
**Fecha emisión Informe** : 18/10/2018

**Identificación** : Cantera "Icamarca"  
**Descripción** : Grava triturada

**INFORME DE ENSAYO PESOS UNITARIOS (NTP 400.017)**

**PESO UNITARIO SUELTO**

MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Molde + Molde (g)	5757.0	5765.0	5764.0		
B	Peso Molde (g)	1824.0	1824.0	1824.0		
C	Peso de Material (g)	3943	3942	3940		
D	Volumen del Molde (g)	2812.6	2812.6	2812.6		
E	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1401.9	1401.5	1400.8		

PROMEDIO	1401.4 kg/m <sup>3</sup>
----------	--------------------------

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat. + Molde (g)	6054.0	6057.0	6061.0		
B	Peso Molde (g)	1824	1824	1824		
C	Peso de Material (g)	4230	4233	4237		
D	Volumen del Molde (cc)	2812.6	2812.6	2812.6		
E	Peso Unitario Verificado (kg/m <sup>3</sup> )	1503.9	1505.0	1506.4		


PROMEDIO	1505.1 kg/m <sup>3</sup>
----------	--------------------------

Observaciones:

  
 Naya Zapata Cuadros  
 Gerente General  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

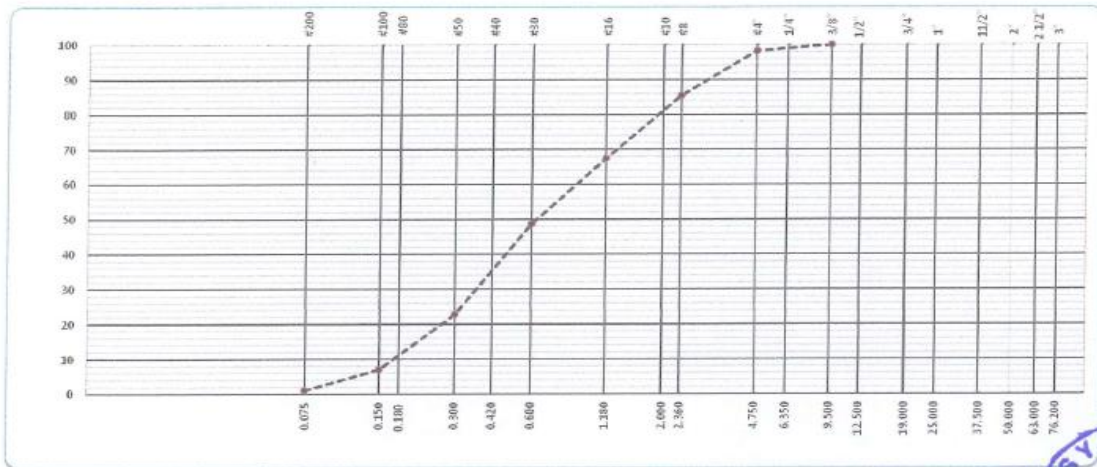
  
 Miguel Ángel Alfaro Huayanay  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b>		Código:	SI-AT-Ag
	<b>I-002-2018-SI-AT-Tesis-Agregado</b>		Versión:	V-01
			Fecha:	18/10/2018
Asunto	Tema de tesis "Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería incorporando poliestireno expandido para ser utilizado como tabiquería, 2018"			
Solicitante	Andrés Salazar Gonzalez y Waldir Solís Chumacero	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable de asesoría	Miguel Ángel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	18/10/2018			
Identificación	: Cantera "Cieneguilla"			
Descripción	: Arena gruesa			
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP 400.012)</b>				

TAMIZ	ABERTURA	PORCENTAJE				DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
		Retenido	Retenido	Acumulado	Pasante	
ASTM	mm					
3"	76.200					Peso húmedo 801.00 g
2 1/2"	63.500					Peso seco 765.06 g
2"	50.800					
1 1/2"	37.500					Contenido de humedad 2.0 %
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500				100.0	
1/4"	6.350					
#4	4.750	14.00	1.78	1.78	98.22	
#8	2.360	100.42	12.79	14.57	85.43	
#16	1.180	141.91	18.08	32.65	67.35	
#30	0.850	146.99	16.72	51.37	48.63	
#40	0.425					Observaciones
#50	0.300	203.51	25.92	77.30	22.70	
#60	0.180					
#100	0.150	123.55	15.74	93.03	6.97	
#200	0.075	47.00	5.99	99.02	0.98	
>200		7.66	0.98	100.00	0.00	


**CURVA GRANULOMETRICA**



  
 Naya Zapata Cuadros  
 Gerente General  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

  
 Miguel Ángel Alfaro Huayanay  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b> <b>I-002-2018-SI-AT-Tesis-Agregado</b>				Código:	SI-AT-Ag
					Versión:	V-01
					Fecha:	18/10/2018
Asunto : Tema de tesis "Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería incorporando poliestireno expandido para ser utilizado como tabiquería, 2018" Solicitante : Andrés Salazar Gonzalez y Waldir Solis Chumacero      Institución: Universidad Cesar Vallejo      Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Ángel Alfaro Huayánay      Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 18/10/2018						
Identificación : Cantera "Cieneguilla" Descripción : Arena gruesa						
<b>INFORME DE ENSAYO HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (NTP 339.185)</b>						
MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso muestra natural	236.1	333.0	223.7			
Peso muestra seca	231.5	326.0	219.4			
Agua Contenida (g)	4.6	7.0	4.3			
% de Humedad natural	2.0	2.1	2.0			

PROMEDIO	2.0 %
----------	-------

Observaciones : Determinada en el laboratorio despues de la entrega de la muestra.

  
 Naya Zapata Caadros  
 Gerente General  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

  
 Miguel Ángel Alfaro Huayánay  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.





	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b>  <b>I-002-2018-SI-AT-Tesis-Agregado</b>	Código:	SI-AT-Ag
		Versión:	V-01
		Fecha:	18/10/2018

**Asunto :** Tema de tesis "Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería incorporando poliestireno expandido para ser utilizado como tabiquería, 2018"  
**Solicitante :** Andrés Salazar Gonzalez y Waldir Solís Chumacero      **Institución:** Universidad Cesar Vallejo      **Especialidad:** Ingeniería Civil  
**Responsable de asesoría :** Miguel Angel Alfaro Huayanay      **Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto**  
**Fecha emisión informe :** 18/10/2018

**Identificación :** Cantera "Cieneguilla"  
**Descripción :** Arena gruesa

**INFORME DE ENSAYO PESOS UNITARIOS (NTP 400.017)**

PESO UNITARIO SUELTO						
MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat. + Molde (g)	6150.0	6139.0	6160.0		
B	Peso Molde (g)	1824.0	1824.0	1824.0		
C	Peso de Material (g)	4326	4315	4336		
D	Volumen del Molde (cc)	2812.6	2812.6	2812.6		
E	Peso Unitario (kg/m3)	1538	1534	1542		

PROMEDIO	<b>1538 kg/m3</b>
----------	-------------------

PESO UNITARIO COMPACTADO						
MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat. + Molde (g)	6648.0	6637.0	6654.0		
B	Peso Molde (g)	1824	1824	1824		
C	Peso de Material (g)	4824	4813	4830		
D	Volumen del Molde (cc)	2812.6	2812.6	2812.6		
E	Peso Unitario Varillado (kg/m3)	1715	1711	1717		

PROMEDIO	<b>1715 kg/m3</b>
----------	-------------------

Observaciones:



  
 \_\_\_\_\_  
**Naya Zapata Cuadros**  
 Gerente General  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

  
 \_\_\_\_\_  
**Miguel Angel Alfaro Huayanay**  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b>		Código:	SI-AT-Ag		
	<b>I-002-2018-SI-AT-Tesis-Agregado</b>		Versión:	V-01		
			Fecha:	18/10/2018		
Asunto	:	Tema de tesis "Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería incorporando poliestireno expandido para ser utilizado como tabiquería, 2018"				
Solicitante	:	Andrés Salazar Gonzalez y Waldir Solís Chumacero	Institución:	Universidad Cesar Vallejo		
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil		
Fecha emisión informe	:	18/10/2018	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto			
Identificación	:	Cantera "Cieneguilla"				
Descripción	:	Arena gruesa				
<b>INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN (NTP 400.022)</b>						
<b>AGREGADO FINO</b>						
	<b>MUESTRA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>PROMEDIO</b>
A	Peso del mat. sat. superf. Seco (en el aire) (g)	500.00	500.00			
B	Peso fido calibrado con agua (g)	691.70	691.70			
C	Peso fido con agua + peso del mat. s.s.s. (g)	1191.70	1191.70			
D	Peso del mat. + peso fido + H <sub>2</sub> O (g)	1004.60	1004.36			
E	Vol. de masa + vol. de vacíos (cc)	187.10	187.35			
F	Peso mat. seco en el horno (105°C) (g)	493.52	494.30			
G	Vol. de masa (g)	180.62	181.65			
H	Peso específico bulk (base seca) (g./cc)	2.638	2.638			2.638
I	Peso específico bulk (base saturada) (g./cc)	2.672	2.689			2.671
J	Peso específico aparente (base seca) (g./cc)	2.732	2.721			2.727
K	% de absorción	1.3	1.2			1.2

Observaciones:

  
 Naya Zapata Cuadros  
 Gerente General  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



## Anexo 4: Resultados de la resistencia a la compresión de los bloques patrones

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

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por

Accreditation Board for engineering and Technology

Engineering Technology Accreditation Commission

---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : ANDRES SALAZAR GONZALEZ / WALDIR SOLIS CHUMACERO  
**Obra** : ANALISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE BLOQUES DE ALBAÑILERIA INCORPORANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA SER UTILIZADO COMO TABIQUERIA, 2018

**Ubicación** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 18-4343  
**Recibo N°** : 63290  
**Fecha de emisión** : 03/12/2018

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Bloques de concreto patron de 39x19x9 cm, con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TONI TECHNIK  
 Certificado de calibración: LFP-274-2018

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.602:2002 Revisada el 2015 y NTP 399.604:2002 Revisada el 2015.  
 Procedimiento interno AT-PR-31.

**4.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura de almacenamiento = 22.3 °C H.R. = 67.4%

**5.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo, 04 de Diciembre del 2018

MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (mm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
	LONGITUD	ANCHO	ALTURA		(kg)	(N)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
M - 1	390.0	90.0	190.0	35100.0	23430	229848	66.8	6.7
M - 2	390.0	91.0	189.0	35490.0	30128	295556	84.9	8.5
M - 3	389.0	91.0	189.0	35399.0	28942	283921	81.8	8.2

PROMEDIO = 77.8 7.8

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

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

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

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

---

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

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

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



## Anexo 5: Resultados de la resistencia a la compresión de los bloques con 25% de EPS



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

Centro de Ingeniería Civil Acreditada por  
**ABET**  
Accreditation Board for engineering and Technology  
Engineering Technology Accreditation Commission

---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : ANDRES SALAZAR GONZALEZ / WALDIR SOLIS CHUMACERO  
**Obra** : ANALISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE BLOQUES DE ALBAÑILERIA INCORPORANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA SER UTILIZADO COMO TABIQUERIA, 2018

**Ubicación** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 18-4343  
**Recibo N°** : 63290  
**Fecha de emisión** : 03/12/2018

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Bloques de concreto con 25% de poliestireno expandido de 39x19x9 cm, con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TONI TECHNIK  
Certificado de calibración: LFP-274-2018

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.602:2002 Revisada el 2015 y NTP 399.604:2002 Revisada el 2015.  
Procedimiento interno AT-PR-31.

**4.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura de almacenamiento = 22.3 °C H.R. = 67.4%

**5.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo, 04 de Diciembre del 2018

MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (mm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
	LONGITUD	ANCHO	ALTURA		(kg)	(N)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
M - 1	391.0	91.0	190.0	35581.0	25536	250508	71.8	7.2
M - 2	390.0	90.0	189.0	35100.0	36096	354102	102.8	10.3
M - 3	391.0	90.0	189.0	35190.0	32416	318001	92.1	9.2

PROMEDIO = 

88.9	8.9
------	-----

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

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

Mag. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) del laboratorio

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

---



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

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

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



## Anexo 6: Los resultados. Del F<sub>c</sub> de los bloques incorporando el 60% de EPS

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

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

Engineering Technology Accreditation Commission

---

### INFORME

**Del A Obra** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 : ANDRES SALAZAR GONZALEZ / WALDIR SOLIS CHUMACERO  
 : ANALISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE BLOQUES DE ALBAÑILERIA INCORPORANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA SER UTILIZADO COMO TABIQUERIA, 2018

**Ubicación** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería

**Expediente N°** : 18-4343

**Recibo N°** : 63290

**Fecha de emisión** : 03/12/2018

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Bloques de concreto con 60% de poliestireno expandido de 39x19x9 cm, con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TONI TECHNIK  
 Certificado de calibración: LFP-274-2018

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.602:2002 Revisada el 2015 y NTP 399.604:2002 Revisada el 2015.  
 Procedimiento interno AT-PR-31.

**4.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura de almacenamiento = 22.3 °C H.R. = 67.4%

**5.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo, 04 de Diciembre del 2018

MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (mm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
	LONGITUD	ANCHO	ALTURA		(kg)	(N)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
M - 1	390.0	89.0	190.0	34710.0	18476	181250	53.2	5.3
M - 2	391.0	90.0	189.0	35190.0	19957	195778	56.7	5.7
M - 3	391.0	89.0	189.0	34799.0	20506	201164	58.9	5.9
PROMEDIO =							56.3	5.6

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

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

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

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

---

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

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

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



## Anexo 7: Ficha técnica del cemento sol tipo I



### Ficha Técnica

## CEMENTO SOL

#### Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.

#### Beneficios:

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete.
- Excelente desarrollo en resistencias a la compresión.
- Buena trabajabilidad.

#### Usos:

- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.
- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajeos, enchapes de mayólicas y otros materiales.

#### Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

#### Formato de Distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



### Recomendaciones

#### Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

#### Manipulación:

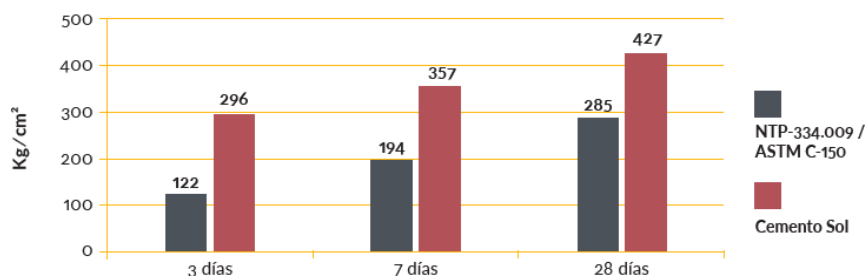
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

#### Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

## Requisitos mecánicos

### Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Sol



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Sol	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	336	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.12	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	296	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	357	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	427	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	3.00	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.2	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.7	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	11.9	No específica
C <sub>3</sub> S	%	54.2	No específica
C <sub>3</sub> A	%	10.1	No específica
C <sub>4</sub> AF	%	9.7	No específica

\*Requisito opcional

## Anexo 8: Ficha técnica del poliestireno expandido

Soluciones con **EPS ETSAPOL**



### PERLA ETSAPOL PARA HORMIGONES LIVIANOS

#### 1.- DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

*Perlas vírgenes, perfectamente esféricas, de EPS Etsapol producidas con materia prima de primera calidad*

*Las perlas de EPS ETSAPOL se utilizan como agregado liviano para morteros y/u hormigones de tipo ultraliviano, con elevadas propiedades aislantes térmicas y acústicas; la mezcla es fluida, estable en el tiempo y homogénea y su retracción durante el fragüe es mínima.*

*El hormigón resultante es de propiedades físicas y mecánicas uniformes y puede ser aplicado en grandes superficies sin necesidad de realizar juntas de dilatación intermedias.*

#### 2.- VENTAJAS:

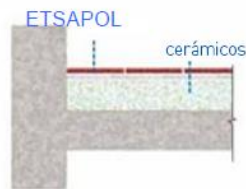
- **Ultraviano:**  
*9 veces más liviano que el hormigón armado, se obtiene hormigones desde 200 kg/m<sup>3</sup> asegurando la calidad de la mezcla y una inmejorable trabajabilidad*
- **Aislante Térmico:**  
*Las perlas se mezclan con cemento y agua, sin necesidad de incorporar arena, lo que garantiza su mayor ligereza y capacidad aislante.  
Conductividad térmica: 0.060 W/(m<sup>2</sup>.K) para una densidad de 200 kg/m<sup>3</sup>.  
Asegurando la calidad de la mezcla y una inmejorable trabajabilidad.*
- **Fácil aplicación:**  
*Los trabajos con perlas ETSAPOL, se realizan sin esfuerzo físico ni requieren personal especializado, reduciendo los costos y tiempos de evaluación.*
- **Reduce el ruido de paso:**  
*Hasta 15 Db en 5 cm de espesor*
- **Resistente a la compresión:**  
*Soporta cargas hasta 200 ton/m<sup>2</sup>*
- **Estable Dimensionalmente:**  
*Posee muy baja retracción y no produce grietas durante el fraguado, puede aplicarse en grandes superficies  
Sin necesidad de juntas de dilatación, no altera el ph del hormigón, la mezcla obtenida no es inflamable, toxica, ni corrosiva.*



**3.- CAMPO DE APLICACIÓN:**

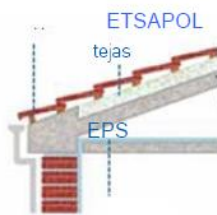
*El hormigón ultraliviano ETSAPOL por ser un material de construcción de muy bajo peso propio y con propiedades aislantes es ideal para ser aplicado como:*

**Contrapiso sobre losa**



Mínimas sobrecargas, máxima reducción de ruidos con la mejor aislación térmica.

**Bajo cubierto de tejas**



Su controlada consistencia facilita la realización de pendientes en cubiertas inclinadas sin deslizamiento del material.

**Cargas con pendientes**



No necesita juntas de dilatación, no se retrae ni agrieta tanto para azoteas transitables o no.

**Soporte para piso radiante**



Isocret es ideal como soporte de serpentina de calefacción.

**Bovedillas de todo tipo**



Reducción significativa de cargas en el reciclado de viejas estructuras.

**Estructuras de madera**



Contrapisos livianos sobre estructuras que no pueden soportar grandes cargas.

**Cubiertas livianas**



Aislante térmico de cubiertas industriales. Optimo para aplicación de aislante hidrófugo.

**Rellenos industriales**



Mayor aislación térmica que otros sistemas. Mayor resistencia para soportar sobrecargas.

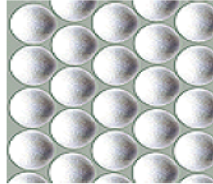
**4.- DATOS TECNICOS:**

**PRESENTACION:**

Las perlas de ETSAPOL se comercializan en bolsas de 10 litros (1.6kg), la cual rinde 0.20m<sup>3</sup> de hormigón, y de 85 litros (0.80kg), con un rendimiento de 0.1m<sup>3</sup> de hormigón liviano.

Para facilitar el uso del producto las bolsas de ISOCRET llevan impreso el modo de empleo, la proporción de la mezcla y propiedades del hormigón para densidades entre 200 y 350 kg/m<sup>3</sup>, siendo la aconsejada para contrapiso como mínimo la correspondiente a 250 Kg/m<sup>3</sup>.

**Características de las perlas ETSAPOL:**

<p><b>Características de las perlas ETSAPOL</b>  <b>Densidad Estándar</b> : 10 Kg/m<sup>3</sup> con tolerancia ±10%.  <b>Forma</b> : esférica.  <b>Color</b> : blanco.  <b>Granulometría</b> : variable entre 2 y 10 mm.  <b>Absorción de Agua</b> : Menos de 5%.  <b>Resistencia al fuego</b> : Material autoextinguible /                      ASTM d 1692-68 / DIN 4102</p>	
--	--

**TABLAS DE DOSIFICACION PARA HORMIGON:**

**Tabla N° 1:**

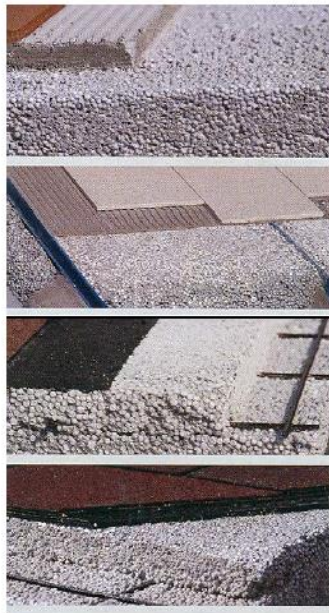
Dosificación para 0,20 m<sup>3</sup> hormigón (una bolsa de 170 lts)

Densidad en Seco(Kg/m <sup>3</sup> )	200	250	300	350
Cemento ( Kg)	40	50	60	70
Agua (Lts)	20	25	30	35
Arena (Kg)	--	--	--	--

**PROPIEDADES:**

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	200	250	300	350
Conductividad térmica ( $\lambda$ ) /m.k	0,006	0,088	0,092	0,095
Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	8,0	0,0	5,0	9,0
Reducción de ruido por pisada (db) a 500Hz en espesor 5cm	5,0	4,0	3,0	2,5
Resistencia al fuego	No inflam.	No inflam.	No inflam.	No inflam.
Permeabilidad al vapor $\mu$	8,5	8,5	8,8	9,2

**HORMIGON LIVIANO**



## Anexo 9: Certificado de calibración de la máquina de ensayo uniaxial



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

### Certificado de Calibración



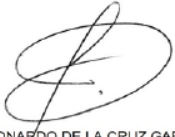
### LFP - 274 - 2018

Laboratorio de Fuerza y Presión

Página 1 de 4

Expediente	99772	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
Dirección	Av. Tupac Amaru 210 - Rimac	
Instrumento de Medición	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL	
Intervalo de Indicaciones	0 kN a 3 000 kN (*)	
Resolución	0,1 kN	
Marca	TONI TECHNIK	
Modelo	2091	
Número de Serie	061	
Procedencia	ALEMANIA	
Clase de Exactitud	NO INDICA	
Fecha de Calibración	2018-06-28	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Area de Mecánica	Laboratorio de Fuerza y Presión
 2018-07-02	 ALDO QUIROGA ROJAS Dirección de Metrología	 LEONARDO DE LA CRUZ GARCIA Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
Email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
Web: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

Puede verificar el número de certificado en la página:  
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

## Certificado de Calibración LFP – 274 – 2018

Página 2 de 4

### Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials-Verification of static uniaxial testing machines"

### Lugar de Calibración

Laboratorio N°1 - Laboratorio de Ensayo de Materiales - LEM  
Av. Tupac Amaru 210 Rimac

### Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19,4°C	19,7°C

### Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia de Laboratorio Acreditado DAKKS D-K-12029-01-00	Transductor de Fuerza LFP 02 038 Clase 0,5	63753 / D-K-12029-01-00 DE : 2017-08-10

### Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.

(\*) La máquina de ensayo fue calibrada en el intervalo de indicaciones de 0 kN a 2 700 kN



**INACAL**  
 Instituto Nacional  
 de Calidad  
 Metrología  
 Laboratorio de Fuerza y Presión

## Certificado de Calibración LFP – 274 – 2018

Página 3 de 4

### Resultados de Medición

Dirección de Carga : **Compresión**

Indicación de Fuerza de la Máquina de Ensayo		Indicación en el transductor de fuerza patrón					Promedio	Error
		1ª Serie Ascenso	2ª Serie Ascenso	3ª Serie Asenso Descenso		4ª Serie - Accesorios Ascenso		
( % )	( kN )	( kN )	( kN )	( kN )	( kN )	( kN )	( kN )	
10	300,0	297,1	297,5	296,5	-----	-----	297,0	3,0
20	600,0	597,8	595,0	597,5	-----	-----	596,8	3,2
27	800,0	798,2	798,7	798,1	-----	-----	798,3	1,7
33	1 000,0	999,0	998,5	998,4	-----	-----	998,6	1,4
40	1 200,0	1 199,6	1 200,1	1 200,5	-----	-----	1 200,1	-0,1
47	1 400,0	1 401,3	1 402,2	1 400,6	-----	-----	1 401,4	-1,4
53	1 600,0	1 603,1	1 603,2	1 602,5	-----	-----	1 602,9	-2,9
60	1 800,0	1 804,5	1 805,3	1 803,7	-----	-----	1 804,5	-4,5
67	2 000,0	2 006,6	2 007,1	2 005,3	-----	-----	2 006,3	-6,3
90	2 700,0	2 716,6	2 718,1	2 710,9	-----	-----	2 715,2	-15,2

### Errores Encontrados del Sistema de Medición de Fuerza

Valor Nominal		Errores Relativos encontrados en %					Incertidumbre del error de exactitud U (%) k=2	
		Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución Relativa	Error con Accesorios		
( % )	( kN )	q	b	v	a	-----	U (%) k=2	
10	300,0	1,01	0,34	-----	0,03	-----	0,20	
20	600,0	0,54	0,47	-----	0,02	-----	0,30	
27	800,0	0,21	0,08	-----	0,01	-----	0,07	
33	1 000,0	0,14	0,06	-----	0,01	-----	0,07	
40	1 200,0	-0,01	0,07	-----	0,01	-----	0,07	
47	1 400,0	-0,10	0,11	-----	0,01	-----	0,08	
53	1 600,0	-0,18	0,04	-----	0,01	-----	0,07	
60	1 800,0	-0,25	0,09	-----	0,01	-----	0,07	
67	2 000,0	-0,31	0,09	-----	0,01	-----	0,07	
90	2 700,0	-0,56	0,27	-----	0,00	-----	0,17	
Error relativo de cero $f_0$		-0,04						

Clase de la escala de la máquina	Valor máximo permitido % Según la Norma ISO 7500 - 1				
	Exactitud q	Repetibilidad b	Reversibilidad v	Resolución Relativa a	Cero $f_0$
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,0	± 1,5	0,5	± 0,1
2	± 2,0	2,0	± 3,0	1,0	± 0,2
3	± 3,0	3,0	± 4,5	1,5	± 0,3

kN = kilonewton

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
 Dirección de Metrología  
 Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
 Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
 email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
 WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)





**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología  
**Laboratorio de Fuerza y Presión**

## **Certificado de Calibración**

### **LFP – 274 – 2018**

Página 4 de 4

#### **Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

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.

#### **Recalibración**

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 reglamentaciones vigentes.

#### **DIRECCION DE METROLOGIA**

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metroológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas Guía ISO 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil, entre otros.

#### **SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM**

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

**Anexo 10: Certificado ISO 9001: 2015**

**SGS**

Certificate PE13/175222  
The management system of

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO N°1  
DE ENSAYO DE MATERIALES  
"ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"  
Av. Túpac Amaru 210 - Rímac  
Lima - Perú

has been assessed and certified as meeting the requirements of

**ISO 9001:2015**  
For the following activities

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

**"Building material's Tests in Aggregates, Concrete prisms, Masonry units, Wood, Steel rebars and Cement from the service request to the emission of reports of samples provided by external customers"**

This certificate is valid from June 08, 2018 until July 23, 2019  
Following a certification audit on April 12, 2018  
and remains valid subject to satisfactory surveillance audits.  
Re certification audit due before April 23, 2019  
Issue 3. Certified since July 25, 2013

Authorised by



SGS United Kingdom Ltd  
Rossmore Business Park Ellesmere Port Cheshire CH65 3EN UK  
t +44 (0)151 350-6666 f +44 (0)151 350-6600 [www.sgs.com](http://www.sgs.com)

HC SGS 9001 2015 0118

Page 1 of 1




This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Certification Services accessible at [www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitations of liability, indemnification and jurisdictional issues established therein. The authenticity of this document may be verified at <http://www.sgs.com/en/Our-Company/Certified-Client-Directories/Certified-Client-Directories.aspx>. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.



## Anexo 11: Certificado de calibración de la balanza electrónica



**Metrotest** E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-563-2018

<b>Expediente</b>	<b>02423-2018</b>	
<b>Solicitante</b>	<b>INGEPAV INGENIEROS S.A.C.</b>	<b>Misión:</b> Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.
<b>Dirección</b>	<b>CAL.21 MZA. Z LOTE. 34 URB. COOPPIP - SAN MARTIN DE PORRES</b>	<b>Visión:</b> Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios. Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.
<b>Equipo de Medición</b>	<b>BALANZA NO AUTOMÁTICA</b>	
<b>Marca</b>	<b>OHAUS</b>	
<b>Modelo</b>	<b>SE6001F</b>	
<b>Serie</b>	<b>B832476217</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>CHINA</b>	
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>6000 g</b>	
<b>División de escala ( d )</b>	<b>0,1 g</b>	
<b>División de verificación ( e )</b>	<b>1 g</b>	
<b>Tipo</b>	<b>ELECTRONICA</b>	
<b>Ubicación</b>	<b>Lab. Masa de Metrotest E.I.R.L.</b>	
<b>Fecha de Calibración</b>	<b>2018-10-19</b>	

**Método de Calibración**  
Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

**Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	18,1 °C	20,5 °C
Humedad Relativa	46 %	43 %

Sello \_\_\_\_\_ Fecha de emisión \_\_\_\_\_ Jefe de Metrología \_\_\_\_\_



2018-10-19

Luigor Asenjo G.

Página 1 de 4  
FM035-01



# Metrotest E.I.R.L.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-563-2018

#### Observaciones

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 2 g

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento

#### Incertidumbre

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

#### Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de INACAL-DM	Juego de pesas (Clase E2)	LM-597-2018
Patrones de referencia de DM-INACAL	Juego de pesas (exactitud F1)	LM-415-2018 / LM-416-2018





# Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-563-2018

### Resultados de la Medición

Fecha de Calibración	2018-10-19
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	LAB. MASA DE METROTEST E.I.R.L. Jr. Aristides Sologuren N°484 Dpto. Urb. Parques de Villa Sol - Los Olivos

### INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cursor	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de traba	NO TIENE		

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Carga L1= 3.000,0 g			Carga L2= 6.000,0 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
3.000,0	0,05	0,0	6.000,0	0,06	0,0
3.000,0	0,05	0,0	6.000,0	0,06	0,0
3.000,0	0,05	0,0	6.000,0	0,06	0,0
3.000,0	0,05	0,0	6.000,0	0,06	0,0
3.000,0	0,05	0,0	6.000,0	0,06	0,0
3.000,0	0,05	0,0	6.000,1	0,06	0,1
3.000,0	0,05	0,0	6.000,1	0,06	0,1
3.000,0	0,05	0,0	6.000,1	0,06	0,1
3.000,0	0,05	0,0	6.000,1	0,06	0,1
3.000,0	0,05	0,0	6.000,1	0,06	0,1
3.000,0	0,05	0,0	6.000,1	0,06	0,1
Δ Emáx (g)		0,0	Δ Emáx (g)		0,1
emp (g)		3	emp (g)		3

### ENSAYO DE PESAJE

Carga (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				emp ±(g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,0	1,0	0,05	0,0						
0,0	2,0	0,05	0,0	0,0	2,0	0,04	0,0	0,0	1
10,0	10,0	0,06	0,0	0,0	10,0	0,04	0,0	0,0	1
20,0	20,0	0,06	0,0	0,0	20,0	0,04	0,0	0,0	1
50,0	50,0	0,06	0,0	0,0	50,0	0,05	0,0	0,0	1
100,0	100,0	0,06	0,0	0,0	100,0	0,05	0,0	0,0	1
500,0	500,0	0,06	0,0	0,0	500,0	0,05	0,0	0,0	1
1.000,0	1.000,0	0,06	0,0	0,0	1.000,0	0,05	0,0	0,0	2
2.000,0	2.000,0	0,06	0,0	0,0	2.000,0	0,05	0,0	0,0	2
4.000,0	4.000,0	0,06	0,0	0,0	4.000,1	0,06	0,1	0,1	3
6.000,0	6.000,0	0,05	0,0	0,0	6.000,0	0,05	0,0	0,0	3

Página 3 de 4  
FM035-01



Jr. Aristides Sologuren N°484 Dpto. Urb. Parques de Villa Sol - Los Olivos  
www.metrotesteirl.com / metrotestlogistica@hotmail.com / ventas@metrotesteirl.com  
Telf.: 528-7898 Telefax: 528-3324 Entel: 997 045 343 / #962 889 991

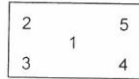
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST E.I.R.L.





**CERTIFICADO DE CALIBRACION  
CMM-563-2018**

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	1,0	1,0	0,05	0,0	2.000,0	1.999,9	0,05	-0,1	-0,1	2
2		1,0	0,05	0,0		2.000,0	0,05	0,0	0,0	
3		1,0	0,05	0,0		2.000,0	0,06	0,0	0,0	
4		1,0	0,05	0,0		1.999,8	0,06	-0,2	-0,2	
5		1,0	0,05	0,0		2.000,0	0,05	0,0	0,0	

- emp Error Máximo Permitido
- I Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

**LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA**

$$Lectura\ corregida = R + 0,0000027 \times R$$

$$Incertidumbre\ Expandida = 2 \times \sqrt{0,0053 \text{ g}^2 + 0,0000000039 \times R^2}$$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 6000 g, División de verificación (e): 1 g y clase de exactitud III, según Norma Metroológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo		emp	
0 g	a	500 g	1 g
500 g	a	2000 g	2 g
2000 g	a	6000 g	3 g



## Anexo 12: Certificado de calibración del horno eléctrico



**Metrotest**  
E.I.R.L.  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-318-2018

Página 1 de 5

Solicitante : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.  
Dirección : CAL.21 MZA. Z LOTE. 34 URB. COOPPIP - SAN MARTIN DE PORRES  
Equipo de Medición : HORNO ELECTRICO  
Marca : METROTEST  
Modelo : MS-H1  
Procedencia : PERÚ  
Código de Ident. : NO INDICA  
Número de Serie : 863  
T° de trabajo : 110 °C ± 10 °C  
Ventilación : Natural  
Lugar de Calibración : Lab. Temperatura de Metrotest E.I.R.L.

Misión:  
Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Visión:  
Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.  
Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

**Instrumento de Medición :**

Nombre	Marca	Modelo	Código de Identificación	Alcance de indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Termometro controlador	AUTONICS	TCN4S	NO INDICA	200°C	1°C	Digital

Fecha de Calibración : 2018-10-19

Fecha de Emisión : 2018-10-19

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó tomando como referencia el Método de Comparación entre las indicaciones de lectura del termometro controlador del equipo a calibrar con Termometro patrón con 10 termopares utilizando el "Procedimiento de INDECOPI/SNM PC-005 1° Ed. "Procedimiento para la Calibración de Hornos".

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
  - La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.
- (\*) Código asignado por Metrotest E.I.R.L.



Luigi Asenjo G  
Jefe de Metrología



**CERTIFICADO DE CALIBRACION  
CTM-318-2018**

Página 2 de 5

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROTEST E.I.R.L.	Termómetro de indicación Digital con 10 sensores	CTM-001-2018
Patrones de referencia de DM-INACAL	Termómetro de indicación digital	LT-011-2018

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20.3	19.6
Humedad (%)	46	48

Resultados de la calibración:

**CALIBRACION PARA 110 °C ± 10 °C**

TIEMPO (min.)	T ind. (°C) Termómetro del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICION (°C)										T prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	111.1	110.0	106.2	109.0	112.1	109.1	109.8	101.2	110.4	109.2	108.8	10.9
02	110	111.0	110.0	106.2	109.0	112.1	108.9	109.7	101.2	110.4	109.3	108.8	10.9
04	110	111.0	109.9	106.2	109.1	112.1	108.9	109.7	101.2	110.4	108.9	108.7	10.9
06	110	111.1	110.0	106.2	109.1	112.1	108.9	109.7	101.2	110.3	109.1	108.8	10.9
08	110	111.2	110.0	106.2	109.1	112.2	109.0	109.7	101.2	110.3	109.2	108.8	11.0
10	110	111.1	110.1	106.2	109.1	112.2	109.0	109.7	101.2	110.4	109.2	108.8	11.0
12	110	111.1	110.0	106.2	109.1	112.2	109.0	109.5	101.2	110.4	109.3	108.8	11.0
14	110	111.1	110.0	106.1	109.1	112.2	109.1	109.5	101.2	110.4	108.9	108.8	11.0
15	110	111.1	109.9	106.1	109.1	112.2	109.1	109.5	101.2	110.3	109.1	108.8	11.0
18	110	111.0	110.0	106.4	108.6	112.3	109.1	109.5	101.2	110.3	109.2	108.8	11.1
20	110	111.0	110.2	106.4	109.1	112.3	109.1	109.2	101.2	110.3	109.5	108.8	11.1
22	110	111.0	110.2	106.4	108.9	112.3	109.1	109.2	101.2	110.2	109.5	108.8	11.1
24	110	111.0	110.2	106.3	108.9	112.3	109.1	109.2	101.2	110.2	109.4	108.8	11.1
26	110	110.9	110.1	106.3	108.9	112.4	109.1	108.9	101.2	110.1	109.4	108.7	11.2
28	110	110.9	110.1	106.2	109.0	112.4	108.6	108.9	101.2	110.2	109.3	108.7	11.2
30	110	111.1	110.1	106.2	109.0	112.4	108.9	108.9	101.2	110.4	109.2	108.7	11.2
32	110	111.1	110.0	106.2	109.0	112.4	108.8	108.9	101.4	110.4	109.3	108.8	11.0
34	110	111.1	110.0	106.2	109.1	112.5	108.6	108.9	101.4	110.4	108.9	108.7	11.1
36	110	111.1	109.9	106.2	109.1	112.5	108.6	109.0	101.4	110.3	109.1	108.7	11.1
38	110	111.0	110.0	106.2	109.1	112.5	108.8	108.8	101.4	110.3	109.2	108.7	11.1
40	110	111.0	110.2	106.2	109.1	112.5	108.6	108.8	101.1	110.3	109.5	108.7	11.4
42	110	111.0	110.2	106.2	109.1	112.6	108.6	108.7	101.4	110.2	109.5	108.8	11.2
44	110	111.0	110.2	106.1	109.1	112.6	108.4	108.7	101.4	110.2	109.4	108.7	11.2
46	110	110.9	110.1	106.1	109.1	112.7	108.4	108.7	101.4	110.1	109.4	108.7	11.3
48	110	110.9	110.1	106.4	108.6	112.7	108.4	108.9	101.4	110.2	109.3	108.7	11.3
50	110	110.8	110.1	106.2	109.1	112.7	108.1	108.8	101.4	110.3	109.3	108.7	11.3
52	110	110.9	110.0	106.2	108.9	112.7	108.1	108.8	101.4	110.3	109.4	108.7	11.3
54	110	110.9	110.0	106.4	108.9	112.8	108.0	108.8	101.4	110.2	109.4	108.7	11.4
56	110	110.8	109.9	106.4	108.9	112.8	107.9	108.9	101.4	110.5	109.5	108.7	11.4
58	110	110.8	110.0	106.4	109.0	112.8	107.9	108.8	101.4	110.5	109.5	108.7	11.4
60	110	110.6	109.7	106.4	108.8	112.8	107.8	108.8	101.3	110.7	109.3	108.6	11.5
<b>T.PROM</b>	110	111.0	110.0	106.2	109.0	112.4	108.7	109.1	101.3	110.3	109.3	108.7	
<b>T.MAX</b>	110	111.2	110.2	106.4	109.1	112.8	109.1	109.8	101.4	110.7	109.5		
<b>T.MIN</b>	110	110.6	109.7	106.1	108.6	112.1	107.8	108.7	101.1	110.1	108.9		
<b>DTT</b>	0,0	0,6	0,5	0,3	0,5	0,7	1,3	1,1	0,3	0,6	0,6		







# Metrotest

E.I.R.L.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-318-2018

Página 3 de 5

PARÁMETRO	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	112,8	0,3
Mínima Temperatura Medida	101,1	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,3	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	11,2	0,3
Estabilidad	± 0,65	0,04
Uniformidad	11,5	0,3

T.PROM.: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T.prom.: Promedio de la temperatura en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T.MAX.: Temperatura máxima

T.MIN.: Temperatura mínima

DTT.: Desviación de Temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del medio isotermi: **0,5 °C**

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

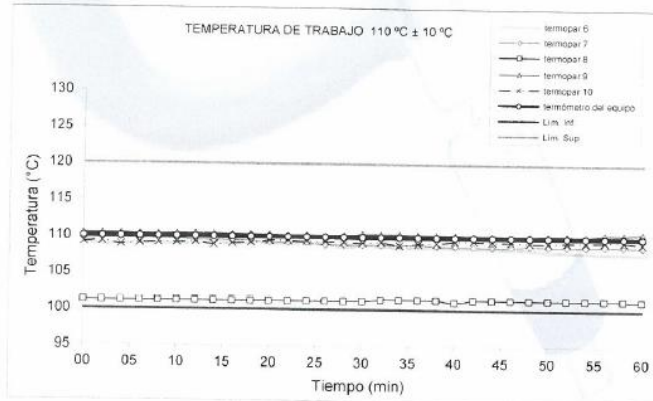
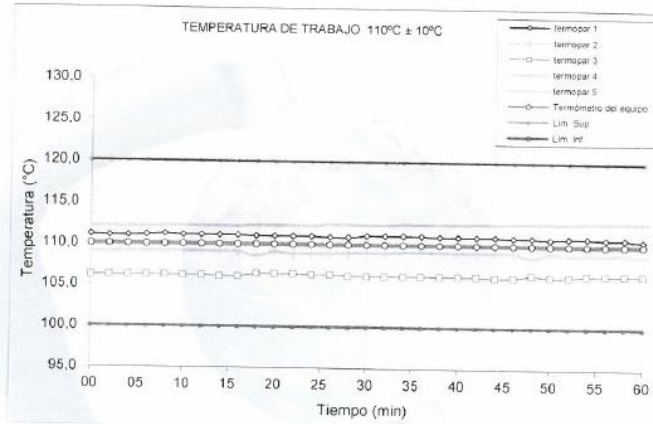
La estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  máx. DTT.





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CTM-318-2018**

Página 4 de 5

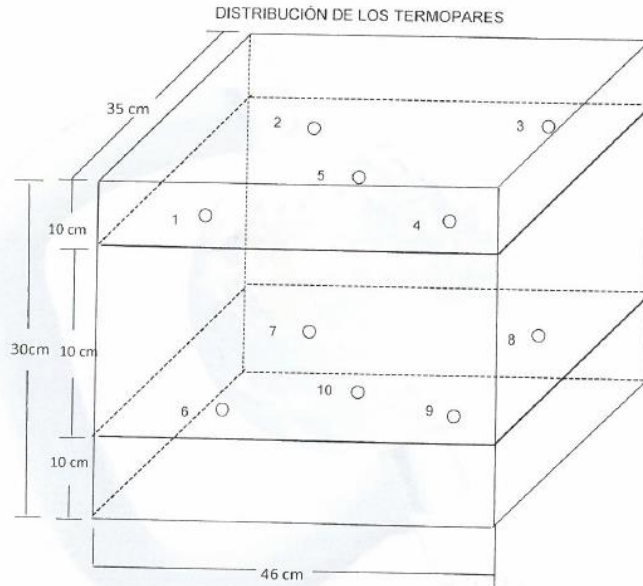






**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CTM-318-2018**

Página 5 de 5



Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de los planos inferior y superior.  
Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 10 están ubicados a 9 cm de las paredes laterales.  
Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 10 están ubicados a 10 cm y a 12 cm respectivamente de la parte superior e inferior del horno tal como se muestra en el dibujo.



Anexo 13: Certificado de calibración de los tamices

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED**

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

**ASTM E 11:2015**

**ABERTURA PROMEDIO** 2333,30  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

**ABERTURA MÁXIMA** 2380,63  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

**DIÁMETRO PROMEDIO** 966,68  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

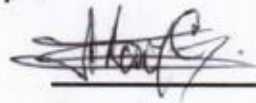
**MALLA No.** 8  
MESH No.

**SERIE No.** 59013  
SERIAL No.

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**  $\pm 20,48 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

**FECHA** 2017 - 07 - 24  
DATE

**FIRMA**  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
**TELS: (571) 7454555**  
**Calle 18 # 103 B 72**  
**www.pinzuar.com.co**  
**BOGOTÁ - COLOMBIA**



AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED**

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

**CONFORME CON LA NORMA**  
IN ACCORDANCE WITH NORM

**ASTM E 11:2015**

**ABERTURA PROMEDIO** 1181,04  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

**ABERTURA MÁXIMA** 1212,74  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

**DIÁMETRO PROMEDIO** 647,79  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

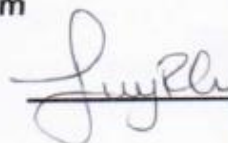
**MALLA No.** 16  
MESH No.

**SERIE No.** 63277  
SERIAL No.

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**  $\pm 12,40 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

**FECHA** 2018 - 04 - 20  
DATE

**FIRMA**  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
**TELS: (571) 7454555**  
**Calle 18 # 103 B 72**

**www.pinzuar.com.co**  
**BOGOTÁ - COLOMBIA**

ASTM E 11 - 15  
BUREAU VERIT  
Certification



Nº CP15653 - 2016

AC-P-11-F-01 Rev4



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED**

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	604,94	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	618,54	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	398,12	µm
MALLA No. MESH No.	30	
SERIE No. SERIAL No.	61268	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 5,77	µm
FECHA DATE	2017 - 12 - 14	FIRMA SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
**TELS: (571) 7454555**  
**Calle 18 # 103 B 72**  
**www.pinzuar.com.co**  
**BOGOTÁ - COLOMBIA**



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED**

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

**ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO 302,46  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 308,00  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 183,06  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

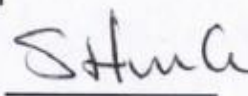
MALLA No. 50  
MESH No.

SERIE No. 62032  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN  $\pm 4,09 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2018 - 02 - 03  
DATE

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
**TELS: (571) 7454555**  
**Calle 18 # 103 B 72**  
**www.pinzuar.com.co**  
**BOGOTÁ - COLOMBIA**



AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED**

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	150,81	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	155,68	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	101,11	µm
MALLA No. MESH No.	100	
SERIE No. SERIAL No.	61288	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 2,79	µm

FECHA 2017 - 12 - 15  
DATE

FIRMA  
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
**TELS: (571) 7454555**  
**Calle 18 # 103 B 72**  
**www.pinzuar.com.co**  
**BOGOTÁ - COLOMBIA**

ASTM E 11 - 15  
BUREAU VERIT  
Certification

Nº CP5833 - 2016



AC-P-11-F-01 Rev4



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED**

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

**ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO 18,94 mm  
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 19,18 mm  
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 3,16 mm  
AVERAGE DIAMETER

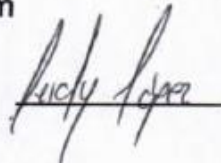
MALLA No. ¾"  
MESH No.

SERIE No. 64294  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2018 - 06 - 25  
DATE

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
**TELS: (571) 7454555**  
**Calle 18 # 103 B 72**

**www.pinzuar.com.co**  
**BOGOTÁ - COLOMBIA**

ASTM E 11 - 15  
BUREAU VERIT  
Certification

N° 01562 - 2018



AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED**


**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

**CONFORME CON LA NORMA**  
IN ACCORDANCE WITH NORM

**ASTM E 11:2015**

<b>ABERTURA PROMEDIO</b> AVERAGE APERTURE	<b>12,41</b>	<b>mm</b>
<b>ABERTURA MÁXIMA</b> MAXIMUM APERTURE	<b>12,54</b>	<b>mm</b>
<b>DIÁMETRO PROMEDIO</b> AVERAGE DIAMETER	<b>2,57</b>	<b>mm</b>
<b>MALLA No.</b> MESH No.	<b>½"</b>	
<b>SERIE No.</b> SERIAL No.	<b>60549</b>	
<b>INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN</b> UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	<b>± 10,55</b>	<b>µm</b>
<b>FECHA</b> DATE	<b>2017 - 10 - 26</b>	<b>FIRMA</b> SIGN



**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**

**PINZUAR LTDA**  
**TELS: (571) 7454555**  
**Calle 18 # 103 B 72**

**www.pinzuar.com.co**  
**BOGOTÁ - COLOMBIA**



AC-P-11-F-01 Rev4



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO 6,22 mm  
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 6,33 mm  
MAXIMUM APERTURE

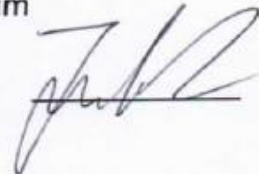
DIÁMETRO PROMEDIO 2,00 mm  
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. ¼"  
MESH No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2017 - 03 - 06  
DATE

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA TELS: (571) 7454555

Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)

BOGOTÁ - COLOMBIA

AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED**

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

**CONFORME CON LA NORMA**  
IN ACCORDANCE WITH NORM

**ASTM E 11:2015**

**ABERTURA PROMEDIO** 4,82 mm  
AVERAGE APERTURE

**ABERTURA MÁXIMA** 4,88 mm  
MAXIMUM APERTURE

**DIÁMETRO PROMEDIO** 1,62 mm  
AVERAGE DIAMETER

**MALLA No.** 4  
MESH No.

**SERIE No.** 64479  
SERIAL No.

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN** ± 10,55 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

**FECHA** 2018 - 07 - 11  
DATE

**FIRMA**  
SIGN

*Ledy Lopez*

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
**TELS: (571) 7454555**  
**Calle 18 # 103 B 72**

**www.pinzuar.com.co**  
**BOGOTÁ - COLOMBIA**



N° CV5533 - 2018

AC-P-11-F-01 Rev4

## **Anexo 14: Validación de instrumentos**

### **DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS**



CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Dr. / Mg.: Espinoza, Sandra Val, Jaime Herman.....

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle nuestros saludos y, asimismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiantes de la escuela de Ingeniería Civil la UCV, en la sede de San Juan de Lurigancho, promoción 2018, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

El título del proyecto de investigación es: ***“Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería incorporando poliestireno expandido para ser utilizados como tabiquería, 2018”*** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en tema de Ingeniería civil, y/o investigación.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene lo siguiente:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Protocolo de evaluación del instrumento

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Firma  
Andres Salazar Gonzalez  
D.N.I: 72207325

Firma  
Waldir Solís Chumacero  
D.N.I: 76277340





CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Dr. / Mg.: Escalante Contreras Jorge.....

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle nuestros saludos y, asimismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiantes de la escuela de Ingeniería Civil la UCV, en la sede de San Juan de Lurigancho, promoción 2018, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

El título del proyecto de investigación es: ***"Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería incorporando poliestireno expandido para ser utilizados como tabiquería, 2018"*** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en tema de Ingeniería civil, y/o investigación.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene lo siguiente:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Protocolo de evaluación del instrumento

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Firma  
Andres Salazar Gonzalez  
D.N.I: 72207325

Firma  
Waldir Solís Chumacero  
D.N.I: 76277340



CARTA DE PRESENTACION

Señor: Dr. / Mg.: ..... *Alvaro Ramos Suarez* .....

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle nuestros saludos y, asimismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiantes de la escuela de Ingeniería Civil la UCV, en la sede de San Juan de Lurigancho, promoción 2018, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

El título del proyecto de investigación es: ***"Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería incorporando poliestireno expandido para ser utilizados como tabiquería, 2018"*** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en tema de Ingeniería civil, y/o investigación.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene lo siguiente:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Protocolo de evaluación del instrumento

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Firma  
Andres Salazar Gonzalez  
D.N.I: 72207325

Firma  
Waldir Solís Chumacero  
D.N.I: 76277340

## **Definición conceptual de las variables y dimensiones**

### **I. Variable Independiente: Poliestireno expandido**

Según la Asociación nacional de poliestireno expandido (s.f) define: "Material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas preexpandidas de poliestireno expandible o uno de sus copolímeros, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire" (párr. 2).

### **II. Variable Dependiente: Resistencia a la compresión de bloques de albañilería**

"La propiedad mecánica de resistencia a la compresión de los bloques de concreto vibrado, es el índice de calidad más empleado para albañilería y en ella se basan los procedimientos para predecir la resistencia de los elementos estructurales" (Arrieta y Peñaherrera, 2001, p.14).

### **III. Dimensiones**

#### **➤ Poliestireno expandido.**

#### **1.1 Bloque de albañilería**

"Las unidades de albañilería utilizada para las edificaciones son principalmente elaborados de arcilla (cerámicas), arena-cal (sílico-calcáreo) y de concreto. Dependiendo de su dimensión, pueden ser denominadas Ladrillos y Bloques" (San Bartolomé, 1994, p.105).

#### **1.2 Dosificación del bloque**

"Dosificación es el término que se utiliza para definir las proporciones de agregados, agua cemento que conforma la mezcla para la elaboración de la unidad" (Arrieta y Peñaherrera, 2001, p.21).

#### **1.3 Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión de la unidad de albañilería, es su propiedad más importante; en general no solo define el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia al intemperismo o cualquier otra causa de deterioro. (Arrieta y Peñaherrera, 2001, p.23)

### Matriz de operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de medición
VI: Poliestireno expandido (ANAPE, s.f, párr.2)	“Material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas preexpandidas de poliestireno expandible o uno de sus copolímeros, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire” (ANAPE, s.f, párr.2).	Se obtendrán datos de las fuentes primarias, mediante la técnica de recolección de información. Para poder determinar la importancia que tienen la intervención del poliestireno expandido en los bloques de albañilería, realizando ensayos de laboratorio para comprobar el comportamiento que tiene.	Perlitas de poliestireno expandido (ANAPE, s.f, párr.2)	Cantidad	Ficha Técnica	kg
				Densidad	Ficha Técnica	kg/m <sup>3</sup>
VD: Resistencia a la compresión de bloques de albañilería (NTP 399. 604, 2002, p.16)	“Son utilizadas en construcciones de albañilería, elaboradas de arcillas, arena/cal y también de concreto son denominados ladrillos o bloques dependiendo su tamaño, peso y manejabilidad” (Bartolomé, 1994, p.105).	Para mejorar las propiedades de los bloques de albañilería se contará con la información de los materiales para la elaboración de una dosificación, utilizando los materiales del cual estará compuesto el concreto para elaborar el bloque.	Bloque de albañilería (NTP 399. 600, 2002, p.5)	Masa	NTP 399.600	kg
				Volumen	NTP 399.600	m <sup>3</sup>
				Densidad	NTP 399.600	kg/m <sup>3</sup>
			Dosificación del bloque (Abanto, 2015, p.34)	Cemento		kg
				Arena gruesa	Método ACI - 211	kg
				Confitillo		kg
				Agua		Lt
Resistencia a la compresión (NTP 399. 604, 2002, p.4)	Fuerza axial	NTP 399.604	kg			
	Área	NTP 399.604	cm <sup>2</sup>			
	F'c	NTP 399.604	kg/cm <sup>2</sup>			

Fuente: Elaboración propia.





N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia <sup>1</sup>				Relevancia <sup>2</sup>				Claridad <sup>3</sup>				Sugerencias
		M	D	A	M	M	D	A	M	M	D	A	M	
DIMENSIÓN 1: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA														
1	Masa			X				X				X		
2	Volumen			X				X				X		
3	Densidad			X				X				X		
DIMENSIÓN 2: DOSIFICACIÓN														
4	Cemento			X				X				X		
5	Arena Gruesa			X				X				X		
6	Conchito			X				X				X		
7	Agua			X				X				X		
DIMENSIONES 3: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN														
8	Fuerza Axial			X				X				X		
9	Área			X				X				X		
10	F'c			X				X				X		

Observaciones: \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable     Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador Dr. / Mg: Espinosa Sandoval, Jaime Hernan    DNI: 10178995

Especialidad del validador: ING. CIVIL

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar el componente o dimensión específica del constructo.  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

18 de octubre del 2018

Firma del Experto Informante.  
Especialidad  
CIP: 159895



Certificado de validez de contenido del instrumento que mide la resistencia a compresión de bloques de albañilería.

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>				Relevancia <sup>2</sup>				Claridad <sup>3</sup>				Sugerencias
		M	D	A	M	M	D	A	M	M	D	A	M	
DIMENSIÓN 1: UNIDAD DE ALBAÑILERÍA														
1	Masa			X				X					X	
2	Volumen			X				X					X	
3	Densidad			X				X					X	
DIMENSIÓN 2: DOSIFICACIÓN														
4	Cemento			X					X				X	
5	Arena Gruesa			X					X				X	
6	Confitillo			X					X				X	
7	Agua			X					X				X	
DIMENSIONES 3: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN														
8	Fuerza Axial			X					X				X	
9	Área			X					X				X	
10	F'c			X					X				X	

Observaciones: \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable     Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador Dr. / Mg: Escalante Contreras Jorge    DNI: 28286636

Especialidad del validador: Inj. Civil Geotecnia

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específicos del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

..19..de octubre..... del 2018

Firma del Experto Informante.  
Especialidad

C.I.R: 59734

