

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE
UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO
CON POLIESTIRENO EXPANDIDO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Autor: Bach. Gustavo Arturo De la Cruz Reynaldo.

Asesor: Ing. Vladimir Ordoñez Camposano.

Línea de Investigación: Nuevas Tecnologías y procesos.

Huancayo – Perú

2023

HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

Dr. Tapia Silguera Rubén Darío
Presidente

Dr. Godiño Poma Francisco Cyl
Jurado

Mg. Rodas Romero Justo Claudio
Jurado

Mg. Boza Ccora Fernando Anacleto
Jurado

Mg. Untiveros Peñaloza Leonel
Secretario docente

Dedicatoria

- A mi madre Emilia Eladia pues con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido lograr cumplir mi sueño. Y también a mi hija Gabriela khaleesi por ser mi fortaleza y mi mayor inspiración.

Gustavo Arturo de la Cruz Reynaldo.

Agradecimientos

- Al Ing. Vladimir Ordoñez Camposano por guiarme en la culminación de esta investigación.
- A mis Padres que siempre estuvieron a mi lado en este momento tan valioso.

Gustavo Arturo de la Cruz Reynaldo.



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

CONSTANCIA N° 389

Que, el (la) bachiller: **GUSTAVO ARTURO, DE LA CRUZ REYNALDO**, de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL, Presentó la tesis denominado: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON POLIESTIRENO EXPANDIDO", la misma que cuenta con **169 Páginas**, ha sido ingresada por el SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO obteniendo el **29%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 26 de diciembre del 2022



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

Contenido

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Contenido	v
Contenido de tablas	ix
Contenido de figuras	xi
Resumen	xii
Abstract	xiii
Introducción	14
1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1. Descripción de la realidad problemática	16
1.2. Delimitación del problema	17
1.2.1. Espacial	17
1.2.2. Temporal	17
1.2.3. Económica	17
1.3. Formulación del problema	17
1.3.1. Problema general	17
1.3.2. Problemas específicos	17
1.4. Justificación	18
1.4.1. Práctica	18
1.4.2. Teórica	18
1.4.3. Metodológica	18
1.5. Objetivos	18
1.5.1. Objetivo general	18
1.5.2. Objetivos específicos	18
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes	20
2.1.1. Nacionales	20
2.1.2. Internacionales	22
2.2. Bases teóricas o científicas	24

2.2.1. Poliestireno expandido	24
2.2.2. Unidad de albañilería y la aceptación	26
2.2.3. Mortero	27
2.2.4. Propiedades físicas de las unidades de albañilería	28
2.2.5. Propiedades mecánicas de las unidades de albañilería	31
2.3. Marco conceptual	37
3. CAPÍTULO III: HIPÓTESIS	38
3.1. Hipótesis general	38
3.2. Hipótesis específicas	38
3.3. Variables	38
3.3.1. Definición conceptual de las variables	38
3.3.2. Definición operacional de las variables	39
3.3.3. Operacionalización de las variables	39
4. CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	40
4.1. Método de investigación	40
4.2. Tipo de investigación	40
4.3. Nivel de investigación	40
4.4. Diseño de la investigación	41
4.5. Población y muestra	41
4.5.1. Población	41
4.5.2. Muestra	41
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
4.6.1. Técnicas de recolección de datos	42
4.6.2. Instrumentos de recolección de datos	42
4.7. Técnicas de procedimiento y análisis de datos	42
4.8. Aspectos éticos de la investigación	43
CAPÍTULO V: RESULTADOS	44
5.1. Descripción de resultados	44
5.1.1. Absorción	44
5.1.2. Densidad	45
5.1.3. Variación dimensional	46
5.1.4. Succión	49
5.1.5. Alabeo	50
5.2. Propiedades mecánicas de unidades de albañilería con poliestireno expandido	51

5.2.1. Resistencia a la compresión	51
5.2.2. Resistencia a la compresión axial en pilas	52
5.2.3. Resistencia a la compresión diagonal en muretes	53
5.3. Costo de la unidad de albañilería con poliestireno	54
5.4. Contrastación de hipótesis	55
5.4.1. Prueba de normalidad	55
5.4.2. Hipótesis específica a	57
5.4.3. Prueba de hipótesis b	61
5.4.4. Prueba de hipótesis c	62
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	64
6.1. Propiedades físicas de las unidades de albañilería con poliestireno expandido	64
6.2. Propiedades mecánicas de las unidades de albañilería con poliestireno expandido	66
6.3. Costo de las unidades de albañilería con poliestireno expandido	66
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS	73
Anexo N° 01: matriz de consistencia	74
Anexo N° 02: matriz de operacionalización de las variables	76
Anexo N° 03: certificados de laboratorio	78
Anexo N° 04: certificados de calibración	105
Anexo N° 05: análisis de costos unitarios	143
Anexo N° 06: panel fotográfico	146

Contenido de tablas

Tabla 1. Proporción para morteros según E.070.	27
Tabla 2. Control del alabeo.	28
Tabla 3. Variación dimensional de las unidades de albañilería.	29
Tabla 4. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.	31
Tabla 5. Clase de Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería.	32
Tabla 6. Métodos para determinar f'm y v'm.	33
Tabla 7. Factores de corrección por esbeltez.	33
Tabla 8. Resistencia a compresión diagonal en prismas.	35
Tabla 9. Operacionalización de las variables.	39
Tabla 10. Muestreo para el desarrollo de la investigación.	41
Tabla 11. Variación de la absorción de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.	44
Tabla 12. Variación de la densidad de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.	46
Tabla 13. Variación de la variación dimensional de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.	47
Tabla 14. Variación de la succión de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.	49
Tabla 15. Variación de del alabeo de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.	50
Tabla 16. Variación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.	51
Tabla 17. Variación de la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería con poliestireno expandido.	52
Tabla 18. Variación de la resistencia a la compresión diagonal en muretes de unidades de albañilería con poliestireno expandido.	53
Tabla 19. Variación del costo de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.	54
Tabla 20. Normalidad de los datos para las propiedades físicas.	56
Tabla 21. Normalidad de los datos para las propiedades mecánicas.	57
Tabla 22. Validación de la hipótesis con el método de Kruskal – Wlalis.	58
Tabla 23. Comparación de grupos con el método de Kruskal Wallis.	58
Tabla 24. Comparación de grupos con el método de Kruskal Wallis.	59
Tabla 25. Análisis ANOVA de la densidad de las unidades de albañilería	59
Tabla 26. Prueba post hoc de la densidad de las unidades de albañilería.	60
Tabla 27. Subconjuntos en la densidad de unidades de albañilería.	60

Tabla 28. Prueba de hipótesis con el estadístico de Kruskal – Wallis.	61
Tabla 29. Comparación de medias de la resistencia de la unidad de albañilería.	62
Tabla 30. Comparación de medias de pilas de unidades de albañilería.	62
Tabla 31. Comparación de medias de la resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería.	62
Tabla 32. Prueba de hipótesis del costo con el método de Kruskal – Wallis.	63
Tabla 33. Comparación de grupos de la variable costo.	63

Contenido de figuras

Figura 1. Proceso de fabricación de poliestireno expandido	25
Figura 2. Microtextura de poliestireno expandido.	26
Figura 3. Aspecto de prismas ensayados a rotura por compresión.	34
Figura 4. Resistencia de pilas de albañilería (f^m) vs edad del espécimen.	34
Figura 5. Forma de falla.	36
Figura 6. Muros de albañilería simple después del ensayo de corte.	36
Figura 7. Esquema de la variación de la absorción de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.	45
Figura 8. Esquema de la variación de la densidad de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.	46
Figura 9. Esquema de la variación de las dimensiones de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.	47
Figura 10. Esquema de la variación dimensional de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.	48
Figura 11. Esquema de la variación del coeficiente de variación de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.	48
Figura 12. Esquema de la variación de la succión de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.	49
Figura 13. Esquema de la variación del alabeo cóncavo de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.	50
Figura 14. Esquema de la variación del alabeo convexo de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.	51
Figura 15. Esquema de la variación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.	52
Figura 16. Esquema de la variación de la resistencia a la compresión en pilas de unidades de albañilería con poliestireno expandido.	53
Figura 17. Esquema de la variación de la resistencia a la compresión diagonal en muretes de unidades de albañilería con poliestireno expandido.	54
Figura 18. Esquema de la variación del costo de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.	55

Resumen

La presente investigación contó como problema general: ¿Cuál es el resultado de evaluar las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido?, como objetivo: Evaluar las propiedades de las unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, e hipótesis: Las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, mejoran y cumplen lo establecido en la norma E. 070.

El método fue el científico, el tipo fue aplicada, el nivel fue explicativo y el diseño fue experimental. La población fueron las unidades de albañilería de concreto con y sin adiciones de poliestireno expandido; mientras que la muestra correspondió a 236 unidades de albañilería; esto según la técnica de muestreo no probabilística o intencional.

La conclusión principal fue que, el reemplazo parcial del agregado fino por poliestireno mejora las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería, y no modifican de manera significativa la mayoría de las propiedades físicas, con un porcentaje recomendado de 10 %, pues además de cumplir con las especificaciones de las normas peruanas posee menor costo, siendo de esta manera técnica y económicamente viable.

Palabras clave: unidades de albañilería, poliestireno expandido, agregado fino, propiedades físicas, propiedades mecánicas.

Abstract

The general problem of this research was: What is the result of evaluating the properties of concrete masonry units with expanded polystyrene; the objective: To evaluate the properties of concrete masonry units with expanded polystyrene; and the hypothesis: The physical and mechanical properties of concrete masonry units with expanded polystyrene improve and comply with the provisions of the E. 070 standard.

The method was scientific, the type was applied, the level was explanatory and the design was experimental. The population was the concrete masonry units with and without expanded polystyrene additions; while the sample corresponded to 236 masonry units; this according to the non-probabilistic or intentional sampling technique.

The main conclusion was that the substitution of fine aggregate by polystyrene improves the mechanical properties of the masonry units, and does not significantly modify most of the physical properties, with a recommended percentage of 10%, because in addition to complying with the specifications of the Peruvian standards, it has a lower cost, thus being technically and economically feasible.

Keywords: masonry units, expanded polystyrene, fine aggregate, physical properties, mechanical properties.

Introducción

La investigación titulada: “Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido”, presenta como problemática fundamental la búsqueda de unidades de albañilería de menor costos, además de cumplir con los requerimientos técnicos para ver si es factible actuar como muros portantes y ser amigables con el medio ambiente, por tal situación se tuvo como objetivo: Evaluar las propiedades de las unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido como sustituto del agregado fino en proporciones del 10 %, 20 % y 30 % el agregado fino por perlas de poliestireno expandido en las mezclas de concreto para un $f'c$ de 175 kg/cm^2 , para continuar así en la elaboración de unidades de albañilería y medir sus propiedades físicas tales como alabeo, variación dimensional tanto en largo, ancho y alto, absorción, succión, densidad; así como sus propiedades mecánicas tales como resistencia a compresión por área bruta, resistencia a compresión axial en pilas y resistencia a compresión diagonal; pudiéndose obtener con ello la dosificación óptima o recomendable, además de rentable económicamente.

Para un mejor entendimiento del contenido de la investigación se detalla los siguientes capítulos:

Capítulo I: Planteamiento del problema, contiene el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema (se encuentran el problema general y problemas específicos), la justificación (práctica y metodológica), la delimitación (espacial, temporal y económica), las limitaciones encontradas durante la ejecución y los objetivos.

Capítulo II: Marco teórico, que contiene los antecedentes tanto nacionales e internacionales, el marco conceptual donde se establecen conceptos de poliestireno expandido, proceso de fabricación de perlas de poliestireno expandido, aceptación de la unidad de albañilería, mortero, propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería; asimismo, en este capítulo se tiene la definición de términos.

Capítulo III: Hipótesis, en el que se describe con detalle las hipótesis específicas y generales, además se complementa con la operacionalización de las variables de investigación.

Capítulo IV: Metodología, donde se consideró el método de investigación, el tipo de investigación, el diseño de investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, los procedimientos de recolección de datos y las técnicas y análisis de datos.

Capítulo V: Resultados, en este capítulo se detalla los resultados en cuanto a las propiedades físicas de las unidades de albañilería con poliestireno expandido (absorción, densidad, variación dimensional, succión y alabeo) y propiedades mecánicas (resistencia a compresión por área bruta, resistencia a compresión axial en pilas y resistencia a compresión diagonal en muretes); asimismo, se tiene la prueba de hipótesis estadísticas.

Capítulo VI: Análisis y discusión de resultados, en consideración de los resultados y los antecedentes de la investigación.

Finalmente, se tiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos como la matriz de consistencia, los certificados de dos laboratorios, los certificados de calibración, el análisis de costos unitarios y el panel fotográfico.

Bach. Gustavo Arturo De la Cruz Reynaldo.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

De acuerdo a Chicaiza (2017) los bloques de concreto son uno de los materiales más utilizados en las obras, pudiendo ser aplicadas en paredes, dividir espacios o como complemento en los techos; sin embargo, la principal desventaja es la densidad que posee, el cual es superior, en comparación de los materiales existentes en el mercado.

A nivel internacional la idea de buscar nuevos materiales de construcción que sean livianos ya se ha venido dando, pues en países como Ecuador han experimentado con adiciones de polietileno o poliestireno a los bloques de concreto con el fin de disminuir su peso (Chicaiza, 2017); esto resulta en una disminución del peso de la edificación, lo cual es beneficioso cuando se analiza sísmicamente.

En el Perú, según Lapa (2020), la mayor cantidad de construcciones son de albañilería confinada, lo cual conlleva a una gran demanda de ladrillos, pues tiene un costo de hasta un 25 % respecto a otro sistema como el aporticado. La demanda de unidades de albañilería ha generado que el mercado ofrezca un sinnúmero de alternativas, de los cuales, los artesanales son los predilectos especialmente de las clases sociales medias y bajas, debido al bajo costo; sin embargo, el deficiente control en el proceso de fabricación da como resultados ladrillos de calidad dudosa, además que en su mayoría no cumplen con el peso y resistencia mínima.

En el departamento de Junín, y especialmente en la provincia de Huancayo, el uso de las unidades de albañilería en las viviendas es de 45.10 % (Lapa, 2020); sin embargo, como se ha mencionado su uso, queda restringido a aquellos ladrillos que no cuentan con

un adecuado control de calidad, por ser más baratos, conllevando así a obtener ladrillos pesados y que no cumplen la resistencia que la norma exige.

Es ante lo descrito, que la presente investigación buscó obtener un bloque de concreto que sea ligero a base de la incorporación de poliestireno expandido en variadas proporciones, que cumpla con las resistencias mínimas establecidas en la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, tratando de esta manera dar a la población un producto menos costoso y especialmente, seguro.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Espacial

El desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo a nivel de laboratorio, le cual tiene como nombre MASTERLEM SAC, ubicado en la Av. Circunvalación Mz. “B”, Lote 1 en Huachipa del distrito de San Juan de Lurigancho en el departamento de Lima.

1.2.2. Temporal

El desarrollo de la tesis comprendió desde los meses de agosto a diciembre de 2021.

1.2.3. Económica

Los gastos concernientes para la elaboración de la presente investigación fueron asumidos en su totalidad por el tesista.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el resultado de evaluar las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo incide, en las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto, el uso de poliestireno expandido?
- b) ¿De qué manera varía las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto al utilizar poliestireno expandido?

- c) ¿Cuál es el costo de las unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido?

1.4. Justificación

1.4.1. Práctica

La justificación práctica está enfocada en que, se buscó desarrollar una unidad de albañilería de concreto ligera y menos costosas que las unidades de albañilería tradicionales.

1.4.2. Teórica

Esta investigación ofrece una sólida justificación teórica respaldada por evidencia empírica para afirmar que el uso de poliestireno en unidades de albañilería es beneficioso, lo que sugiere una revisión y posible actualización de las normativas de construcción actuales. Al considerar esta alternativa, no solo se promoverá la adopción de tecnologías más sostenibles en la industria de la construcción, sino que también se fomentará la preservación del medio ambiente y la mejora del bienestar humano.

1.4.3. Metodológica

La justificación metodológica está fundamentada en que, se propuso una secuencia de pasos para la correcta fabricación de unidades de albañilería de concreto con reemplazo parcial el agregado fino por poliestireno expandido en proporciones variadas; siendo de utilidad a investigaciones, para ser utilizada como guía en nuevos estudios relacionados al tema.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar las propiedades de las unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la incidencia, en las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto, el uso de poliestireno expandido.

- b) Establecer la variación de las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto al utilizar poliestireno expandido.
- c) Determinar el costo de las unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Lapa (2020) en su tesis “Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo” planteó como objetivo establecer si el uso de poliestireno expandido modifica las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de concreto. Para ello elaboró tres mezclas de concreto convencional, con relación agua/cemento (a/c) de 0.6, 0.7 y 0.8, a las que posteriormente quitó un 20, 40 y 60 % del agregado fino para reemplazar las con poliestireno expandido de 3 – 4 mm de diámetro. Es importante mencionar que durante el desarrollo experimental de la tesis realizó ensayos para caracterizar el cemento, agua y los agregados; además que evaluó las principales propiedades del concreto como la consistencia, el peso unitario y la resistencia a la compresión. Como resultados obtuvo que la consistencia del concreto varió de 1” a 7 ½”, el peso unitario de 2 279.57 a 1 087.34 kg/m³, mientras que la resistencia a la compresión disminuyó hasta en 54.21 %. Con estos resultados eligió dos mezclas de concreto con la que elaboró 45 unidades de albañilería, con las que obtuvo una variación dimensional y alabeo de 1.14 % y 0.98 mm respectivamente; mientras que la resistencia a compresión de las unidades para las mezclas seleccionadas fue de 77.77 kg/cm² y 31.24 kg/cm²; además que los valores de succión y absorción variaron de manera favorable, pues los valores obtenidos estuvieron dentro de los rangos establecidos. Finalmente, concluye que la elaboración de unidades de albañilería con proporciones del 20 % (a/c: 0.6) y 40 % (a/c: 08) de poliestireno

expandido es factible pues fueron unidades de albañilería tipo II y albañilería no estructural, respectivamente.

Álvarez y Meca (2019) en su tesis “Diseño de una unidad de albañilería de concreto liviano a base de poliestireno expandido, Piura – 2018” tuvieron como objetivo principal diseñar un ladrillo de concreto liviano en base a poliestireno expandido; para ello consideraron una metodología experimental en que tomó como variables a las unidades de albañilería de concreto liviano y el poliestireno expandido. Los diseños de las unidades de albañilería de concreto fueron en concordancia a las normas: NTP 339.604, NTP 399.079, NTP 399.613, NTP 400.037 y ACI 523.3R-14; además que las dimensiones para las unidades fueron asumidas en función a la norma NTP 399.601. Con las unidades de albañilería construidas procedieron a realizar los siguientes ensayos de laboratorio: densidad, absorción, peso unitario, esfuerzo a la compresión, variación dimensional, resistencia a la tracción por flexión y finalmente el alabeo. Como resultados obtuvieron que la dosificación del concreto para las unidades de albañilería consistió en 379.29 kg/m³ de cemento, 1 105.87 kg/m³ de agregado fino, 30.10 kg/m³ de poliestireno y 231.84 l/m³; con lo cual pudieron establecer que esta presenta un slump de 4.6”, un peso unitario de 1 710.92 kg/m³, una resistencia a la compresión de 69.75 kg/cm², una tracción de 4.01 kg/cm², absorción de 5.792 %, una variación dimensional de hasta 0.0015 % y un alabeo de 0.00 mm. Concluyeron finalmente que a comparación de una unidad de albañilería convencional, el costo de su fabricación es de S/ 2.41 soles, siendo S/ 0.39 soles menos.

Ñaupá (2018) en su tesis “Evaluación de la calidad y costo de bloques de cemento con perlitas de poliestireno como alternativa en muros de albañilería en viviendas multifamiliares de la ciudad de Ayacucho” planteó como objetivo principal verificar si el uso de perlitas de poliestireno perjudica las principales propiedades de bloques de cemento, y así estos puedan ser utilizados como unidades de albañilería. Para cumplir con los objetivos planteados, siguió los procedimientos de una investigación experimental en la que elaboró cubos de mortero, de 5 cm de lado, con el fin de establecer una dosificación óptima; y que con la cual fabricó 12 bloques de 9 x 19 x 39 cm a los cuales sometió a ensayos de: compresión, absorción, densidad, alabeo y dimensionamiento, para finalmente estimar el costo de su fabricación. Como resultados pudo obtener que la dosificación óptima para la construcción de bloques de ladrillo, por metro cúbico, es:

182.50 kg de cemento, 1 004.72 kg de arena, 167.17 l de agua y 6 kg de perlitas; destacándose que, las perlitas ocupan un volumen del 40 % respecto al total. Con respecto a los ensayos a las unidades de albañilería fabricadas, obtuvo que la resistencia a la compresión fue de 30.55 kg/cm², densidad de 1500 kg/m³, la absorción entre 1 a 3 %, un alabeo de 0.00 mm y una variación dimensional máxima de 0.42 %. Finalmente concluye que el costo de la elaboración de estas unidades de albañilería (considerando mano de obra, materiales y herramientas) es de S/ 1.96 soles; sin embargo, estos bloques solo pueden ser utilizados en muros no portantes por no llegar a la resistencia requerida por la norma, para otros tipos de función.

2.1.2. Internacionales

Sánchez (2019) en su investigación “Evaluación de la factibilidad técnica , económica y ambiental en la elaboración de bloquelón para el sistema de losas aligeradas a partir del aprovechamiento de residuos de construcción , demolición (RCD) y poliestireno expandido (EPS)” tuvo como principal evaluar la factibilidad técnica, económica y ambiental de la elaboración de bloquetas utilizados para la construcción de losas aligeradas, esto a partir de la reutilización de materiales de construcción y la adición del poliestireno expandido (EPS); para tal fin, tuvo que evaluar 4 tipos de mezclas de morteros con proporciones de RCD, EPS y de material cementante, en función de la siguiente notación: M1 (3.5/0.5/1), M2 (4/0.5/1), M3 (5/0.5/1) y finalmente la muestra MC (5/0/1). También consideró una relación a/c de 0.4 para la elaboración de los especímenes que posteriormente fueron sometidos a ensayos de resistencia a la compresión. Como resultado obtuvo que, el valor de la resistencia a la compresión a los 28 días para las muestras M1, M2, M3 y MC, fueron de 9.33 MPa, 6.33 MPa, 4.33 MPa y 9.33 Mpa, siendo la dosificación óptima el tipo M2, pues cumple los requerimientos establecidos en la norma NTC 4076. De acuerdo al factor económico pudo determinar que el costo directo de producción del ladrillo es de \$ 2.108 dólares, el cual es aproximadamente 44.7 % menos costoso que un ladrillo de arcilla cocida. Con respecto al aspecto ambiental determinó que su fabricación genera una mayor cantidad de emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera, esto debido a que es inevitable el uso de cemento; sin embargo, sigue siendo factible ambientalmente puesto que se logra reutilizar 6.26 kg de residuos de construcción y 0.0013 kg de poliestireno. Como conclusión final

determinó que el uso de ladrillos o bloquetas con adición de residuos de construcción y poliestireno expandido es factible.

Armas (2018) en su investigación “Sistema comparativo costo y tiempo de la mampostería tradicional vs mampostería (EPS) poliestireno en el hospital Monte Sinaí Bloque E - 100” planteó como objetivo principal comparar el costo y tiempo para su aplicación entre una mampostería de poliestireno y una mampostería tradicional, con el fin de evaluarlas técnicamente y económicamente para la construcción de futuras edificaciones. Para ello planteó una metodología en la que consideró como variables al rendimiento de la mano de obra y el presupuesto. Esto conllevó a que, para el desarrollo de la investigación tome en cuenta estimar: la cantidad de recursos, mano de obra y herramientas que se utilizó en el hospital “Monte Sinaí Bloque E -100” esquematizados bajo un análisis de precios unitarios (APU). Es importante mencionar que la albañilería no tradicional consistió en la aplicación del método Aispol, el cual solo considera la instalación de placas, lo cual representa una disminución de los costos de materiales y especialmente tiempo de construcción. Como resultados pudo estimar que, el monto total que cuesta la instalación del sistema tradicional en el mencionado hospital representa un 34.06 % del costo total del proyecto; mientras que el sistema Aispol solo representa un 15.958 %. Con respecto al tiempo de ejecución estableció que el sistema tradicional tomó un total de 18 días de construcción, mientras que el sistema Aispol, solo 6 días; concluyendo finalmente que este último sistema es el más económico para la construcción de tabiques de albañilería.

Chicaiza (2017) en su tesis “Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre bloques tradicionales y bloques elaborados con poliestireno expandido granular y bloques elaborados con tusa de maíz triturado como sustituto parcial del agregado grueso”, planteó como objetivo principal comparar el comportamiento estructural de bloques de ladrillos tradicionales, bloques de concreto con poliestireno expandido y bloques con tusa de maíz, con la meta de establecer una dosificación óptima para crear bloquetas más livianas y de resistencia aceptables por las normas vigentes. Es en este contexto, para el cumplimiento de sus metas consideró una metodología experimental en el que comparó las propiedades de un bloque ladrillo convencional con otros elaborados con variaciones, respecto al agregado grueso, de tusa de maíz y poliestireno expandido en proporciones de 10 %, 15 %, 25 % y 50 %. Es importante mencionar que, para la

elaboración de los bloques, se tuvieron que realizar los ensayos mínimos de control de calidad de los agregados especificados en las normas técnicas ecuatorianas; además el procesamiento de la tusa del maíz consistió en la selección, secado, triturado manual y tamizado. Por otro lado, el poliestireno pudo obtenerse de plantas recicladoras, las cuales la procesan dependiendo de los requerimientos, para posteriormente tamizarlas y remplazar al agregado grueso. Como parte final de la metodología realizó el ensayo compresión a los 7, 14 y 28 días, además midió la capacidad de absorción y su densidad. Como resultados obtuvo que, las densidades de las bloquetas disminuyen a medida se incrementa la cantidad de poliestireno y tusa de maíz; mientras que la resistencia a la compresión disminuye a medida que se incrementa el porcentaje de poliestireno y la tusa de maíz de 26.57 kg/cm^2 a 5.19 kg/cm^2 y 26.57 kg/cm^2 a 3.87 kg/cm^2 , respectivamente. Con respecto a la absorción obtuvo que, al utilizar poliestireno la esta propiedad se reduce de 13.9 % a 11.3 %; mientras que con la tusa de maíz esta se incrementa. Concluye mencionando que el uso de poliestireno y la tusa inciden significativamente la resistencia de los bloques; siendo los porcentajes óptimos con poliestireno de 5 % y 10 %; mientras que con la tusa de maíz solo un 5 %.

2.2. Bases teóricas o científicas

2.2.1. Poliestireno expandido

El poliestireno expandido es un elemento plástico y espumoso que forma parte de los termoplásticos, por lo que solo el 2 % del volumen es sólido y el resto es aire. Este material también se le conoce por sus siglas EPS la cual se debe a su nombre en inglés denominado: Expanded poly Styrene, y que de manera comercial tiene diferente denominaciones como Tecnopor, Telgopor, entre otros (Ñaupá, 2018).

Para la obtención del poliestireno se debe realizar la polimerización del estireno con la inclusión de un elemento que expande el material, el cual es conocido como pentano. La presentación más común de este material es en perlas con un diámetro de 0.3 y 2 mm (Ñaupá, 2018).

Proceso de fabricación de las perlas de poliestireno

Ñaupá (2018) menciona que para el procesamiento de fabricación de este material se debe tener en cuenta las siguientes etapas:

- Pre-expansión: Es un proceso que consiste en expandir el material mediante la inclusión del vapor de agua, mediante este proceso la densidad aparente del material puede modificarse de 630 kg/m^3 a un valor que oscila los 10 a 30 kg/m^3 , de manera que las perlas de poliestireno alcanzan el 95 % del tamaño final (Ñaupá, 2018).
- Reposo intermedio: Cuando se termina el proceso de expansión el material ingresa a un proceso de enfriamiento mediante la inclusión de aire que va en forma ascendente con el que se logra que alcance su resistencia óptima, para lo cual es llevado a silos por 12 horas (Ñaupá, 2018).
- Moldeo final: En esta etapa el elemento se coloca a moldes con geometría adecuada para el uso que se le desea dar.

Dichos procesamientos se muestran de manera esquemática en la siguiente figura.

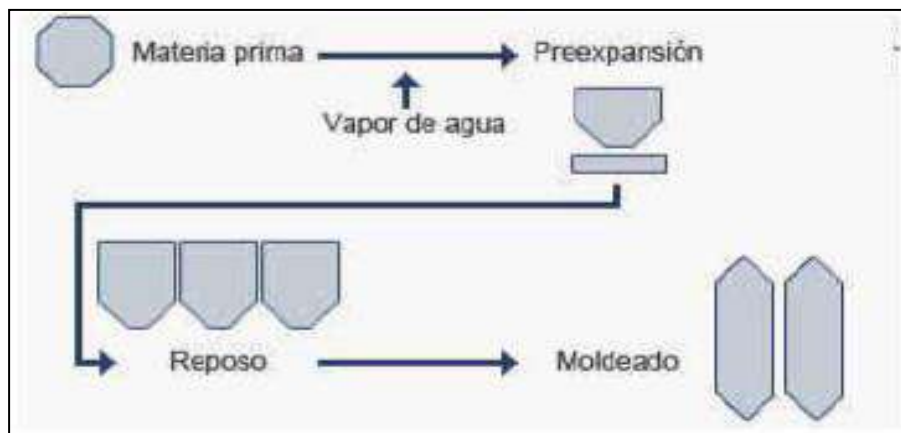


Figura 1. Proceso de fabricación de poliestireno expandido
Fuente: Ñaupá (2018).

Propiedades de las perlas de poliestireno

De manera general Ñaupá (2018) menciona que una de las principales características del poliestireno en forma de perlitas es la porosidad, dureza, densidad, color, rugosidad, tamaño y la absorción.

La textura de este material es suave, pues los diámetros varían de 2 a 4 mm

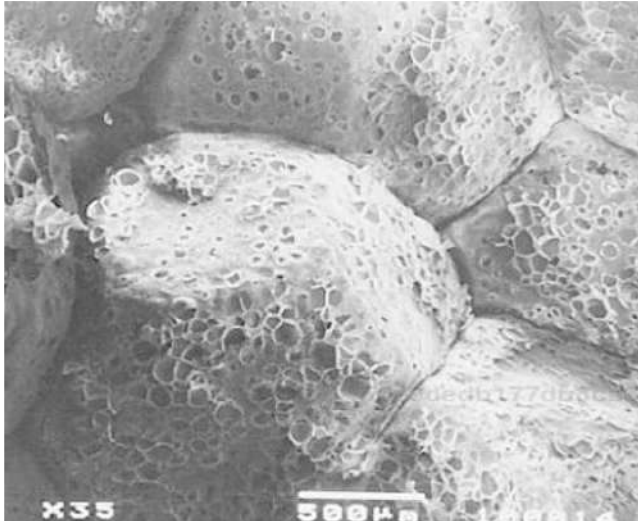


Figura 2. Microtextura de poliestireno expandido.
Fuente: Ñaupá (2018).

Con respecto a la densidad del poliestireno Ñaupá (2018) menciona que su valor promedio se encuentra en el rango de 10 a 35 kg/m³, debido a que en su composición la mayor cantidad es aire.

Una característica importante de este material es su comportamiento respecto al agua, el cual se destaca que dicha propiedad es muy baja, pues el porcentaje de su valor fue de 1 – 3 % después de un periodo de medición de 28 días (Ñaupá, 2018).

La resistencia del poliestireno ante la presencia de fuego es mejor que otros materiales pues posee una concentración baja de plástico en su composición, por lo que los humos que desprende son de baja toxicidad e incluso a los originados por materiales naturales como la lana, yute, etc (Ñaupá, 2018).

2.2.2. Unidad de albañilería y la aceptación

De acuerdo a Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018) en la norma E.070, las unidades de albañilería son ladrillos o bloques que pueden ser de arcilla, concreto u otro material que asegure cierta resistencia; además puede ser sólida o hueca. Es por lo mencionado que para su aceptación se tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- La variación de las unidades de albañilería no puede ser mayor a 20 % si son elaboradas de manera industrial; y de 40 % si son elaborados de forma artesanal. De persistir tales variaciones se repite el muestreo y posteriormente se rechazará el lote.

- Las unidades de arcilla y sílice no deben ser mayores a 22 %; además en bloques de concreto del tipo P, no deben superar el porcentaje de absorción de 12 %, mientras que para el tipo NP, no deben superar el 15 %.
- Las unidades deben ser lo más prolija posible, por lo que se deberá evitar la concentración de guijarros o materiales extraños que perjudique la resistencia del material.
- Un aspecto referencial de las unidades de albañilería es que este debe de poseer un color uniforme y sin vitrificaciones. Además, este no debe poseer fracturas, hendiduras defectos que puedan perjudicar el desempeño del material.
- Las unidades de albañilerías no deben tener manchas ni elementos que sospeches la presencia de sales en su composición.

2.2.3. Mortero

El mortero, de acuerdo a Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018), es el elemento que se compone de la mezcla de agregado fino y un material cementante a los cuales se adiciona agua con la cual se logra una consistencia trabajable de fácil adhesión y sin segregar material granular.

Las dosificaciones del mortero para el asentamiento del muro están especificadas en la norma E.070 y que está en función de si estas son portantes (P) o no portantes (NP) y que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Proporción para morteros según E.070.

Tipo	Componentes			Uso
	Cemento	Cal	Arena	
P1	1	0 - 1/4	3 - 3 1/2	Muro portante
P2	1	0 - 1/2	4 - 5	Muro portante
NP	1		Hasta 6	Muro no portante

Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018).

2.2.4. Propiedades físicas de las unidades de albañilería

Alabeo

La importancia de esta propiedad radica en la determinación de la concavidad de la unidad de albañilería, para lo cual se debe tener en referencia la norma NTP 339.613 (2018) en la que explica cómo se determina su valor.

El procedimiento de su medición se basa en la colocación de una regla metálica en cada una de las caras del ladrillo, colocada de manera diagonal en toda la mencionada cara, posteriormente se coloca una cuña graduada en los extremos y la parte central de la zona que se está midiendo (NTP 339.613, 2018)

La medición de esta propiedad es de gran importancia al momento del asentamiento del muro, pues puede incrementar o reducir el espesor de la junta que une dichas unidades de albañilería; asimismo, mediante el alabeo se puede denotar la variación del área de contacto, lo cual puede originar vacíos, lo cual puede generar fallas de tracción o flexión por el peso de las unidades superiores (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018),

Para el control de esta propiedad se debe considerar el tipo de ladrillo, lo cual se mide en milímetros y se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 2. Control del alabeo.

Clase	Alabeo (máximo en mm)
Ladrillo I	10
Ladrillo II	8
Ladrillo III	6
Ladrillo IV	4
Ladrillo V	2
Bloque P	4
Bloque NP	8

Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018).

Variación dimensional

Es una propiedad en la que se mide de manera indirecta las imperfecciones de la geometría de las unidades de albañilería. La importancia del control de esta característica está basada en que, si dicho control es malo, será necesario la inclusión de mayor cantidad de material o mortero para el asentamiento del muro, además que, con cada incremento en 3 mm de espesor de junta, la resistencia a la compresión se reduce en 15 % (NTP 339.613, 2017).

Para la determinación de este parámetro se debe tener en cuenta las dimensiones de las unidades como son el largo, ancho y alto (L x b x h); además la determinación de su valor está en función de la siguiente ecuación (NTP 399.613, 2017).

$$\text{Variación dimensional} = \frac{DN - DP}{DN} \times 100$$

Donde:

DN: Medida especificada por el fabricante (mm)

DP: Medida promedio (mm)

El control de este parámetro según la norma E 0.50 se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3. Variación dimensional de las unidades de albañilería.

Clase	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1
Bloque P	± 4	± 3	± 2
Bloque NP	± 7	± 6	± 4

Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018).

Densidad

La densidad es una propiedad que depende del peso de las unidades de albañilería y por ende de sus componentes como los agregados, material cementante e incluso la forma de elaboración, la importancia de esta propiedad radica en que de ella se puede inferir otras propiedades como la resistencia a la compresión, absorción, la capacidad de flujo de agua, durabilidad, entre otras. La estimación matemática de su valor depende de la siguiente fórmula (Caballero y Florez, 2016).

$$\text{Densidad} = \frac{Wd}{Ws - Wi} * 1000$$

Donde:

Wd : Peso seco (Kg).

Ws : Peso saturado (Kg).

Wi : Peso sumergido (Kg).

Absorción

La absorción puede comprenderse como aquella propiedad que mide la diferencia del peso de una unidad de albañilería saturada y otra completamente seca y que cuya medición está en función a lo recomendado por la NTP 399.604 (2015), además puede estimarse mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$Absorción = \frac{Ws - Wd}{Wd} * 100$$

Donde:

Ws : Peso saturado (Kg).

Wd : Peso seco (Kg).

Succión

Es una propiedad que consiste en la determinación de la capacidad de absorción de agua de una unidad de albañilería; para ello es necesario la colocación de un volumen de agua en un recipiente de volumen controlado y de esta manera determinar su altura con un flexómetro, seguidamente se debe apoyar la cara del elemento en una bandeja de manera que dicha cara esté en contacto con el agua con una altura de 3 mm por un minuto, posteriormente retirar el material y medir nuevamente el volumen resultante (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

Para la determinación de esta propiedad puede aplicarse la siguiente ecuación:

$$Succión = \frac{200 (V1 - V2)}{A}$$

Donde:

V1= Volumen inicial.

V2= Volumen final.

A= Área bruta de la unidad de albañilería.

Un aspecto relevante que se menciona en la norma E 0.50 menciona que es que esta propiedad debe medirse en gr/200 cm² (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

2.2.5. Propiedades mecánicas de las unidades de albañilería

Resistencia a compresión $f'b$

Es una de las propiedades de las unidades de albañilería, puesto que con dicha propiedad puede determinarse la resistencia a la compresión y por ende de su calidad. La importancia de esta propiedad radica en que es un elemento fundamental para asegurar el comportamiento adecuado cuando se elaboran muros con capacidad de soporte a fuerzas de carga y sísmicas; mientras que si son de baja calidad estos no podrán ser considerados como elementos estructurales y por ende no serán recomendables (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

La determinación de su valor está en función a lo mencionado en la norma NTP 399.604 (2015), en la que se especifica que debe considerarse la siguiente ecuación

$$f'b = \frac{\text{Carga maxima (kg)}}{\text{Area bruta (cm}^2\text{)}}$$

La resistencia mínima recomendada para la construcción de muros portantes recomendados por la norma E.070 se muestran en la Tabla 4

Tabla 4. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.

Clase	Resistencia característica a compresión $f'b$ mínimo en Mpa (kg/cm ²) sobre área bruta
Ladrillo I	4.9 (50)
Ladrillo II	6.9 (70)
Ladrillo III	9.3 (95)
Ladrillo IV	12.7 (130)
Ladrillo V	17.6 (180)
Bloque P	40.9 (50)
Bloque NP	2.0 (20)

Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018).

- Tipo I. Son unidades de albañilería de muy baja durabilidad por lo que son recomendables para su uso en viviendas de 1 o 2 pisos por lo que deben evitar contacto con elementos nocivos como la lluvia o el suelo.
- Tipo II. Sol elementos conocidos como de baja resistencia y poca durabilidad. Su uso es recomendable solo en zonas de condiciones con servicio moderado, y las condiciones de cuidado deben ser las mismas que el tipo I.

- Tipo III. Son unidades con resistencia media y durabilidad intermedia, por lo que son adecuados para utilizarse en edificaciones de bajo intemperismo.
- Tipo IV. Son elementos con alta resistencia y durabilidad, los cuales son aptos para su uso en estructuras de servicio rigurosa, esto hace que sean factibles su aplicación en zonas de moderado intemperismo, lo cual lo faculta para estar en contacto con las lluvias intensas.
- Tipo V. Son unidades de albañilería con resistencia muy alta, la igual que su durabilidad
- Tienen una resistencia y durabilidad elevada; son aptos para emplearse en condiciones de servicio muy rigurosas, pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo similares al Tipo IV.
- Bloques: Son elementos estructurales que para su manipulación es necesario la consideración de ambas manos. Además es factible mencionar que estas pueden ser utilizadas en muros no portantes (NP) o portantes (P).

El uso de las unidades están en función a lo recomendado en la Tabla 5 (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

Tabla 5. Clase de Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería.

Tipo	Zona sísmica 3 y 4		Zona sísmica 1 y 2
	Muro portante en edificios de 4 pisos a mas	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Solido artesanal *	No	Si, hasta dos pisos	Si
Solido industrial	Si	Si	Si
Tubular	No	No	Si, hasta dos pisos

* Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, E.070 (MVCS, 2006).

Prismas de albañilería

De acuerdo al Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018) en la norma E.070, se menciona que la resistencia referente a las albañilerías se determina de manera empírica, es decir, que se recurren a tablas, bases de datos históricos o mediante ensayo de evaluación a los prismas o unidades, la cual dependerá de la importancia de la edificación, tal como se resalta en la siguiente tabla.

Tabla 6. Métodos para determinar f'm y v'm.

Resistencia características	Edificios de 1 - 3 pisos			Edificios de 4-5 pisos			Edificios de más de 5 pisos		
	zona sísmica			zona sísmica			zona sísmica		
	3 y 4	2	1	3 y 4	2	1	3 y 4	2	1
(f'm)	A	A	A	B	B	A	B	B	B
(v'm)	A	A	A	B	A	A	B	B	A

A: Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero

B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las NTPP 399.605 Y 399.621

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, E.070 (MVCS, 2006).

Cuando la construcción constituya un conjunto de estructuras, la resistencia de las unidades y los muros deben de comprobarse mediante ensayos de laboratorio antes de la ejecución y durante la misma.

El muestreo de las unidades dependerá de la altura y zonas sísmicas, pues si la edificación es de 2 o 3 pisos se deben sacar tres pilas cada 500 m² y tres muretes por cada 1000 m² cuadrados de zona techada (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

Si la edificación posee elevaciones mayores a los 3 pisos, entonces la cantidad de muestras necesarias será de tres pilas y de tres muretes por 500 m² se área techada (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

Los prismas que se elaboren en obra, deben de considerar el mismo contenido de humedad que las unidades utilizadas, al igual que el espesor de las juntas y la calidad de mano de construcción (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

Ensayo a compresión axial de pilas f'm

Esta propiedad se puede estimar en función a la norma NTP 399.605 (2018), donde se menciona que para la estimación de su valor se debe utilizar una pila de prismas asentados una encima de la otra, teniendo en cuenta que la relación entre la altura y el ancho debe ser de 2 y 5, para ello se considera al siguiente tabla.

Tabla 7. Factores de corrección por esbeltez.

esbeltez	2	2.5	3	4	4.5	5
Factor	0.73	0.8	0.91	0.95	0.98	1

Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018).

La esbeltez puede estimarse en función de la siguiente fórmula:

$$CC = 0.005E^3 + 0.051E^2 - 0.0631E^1 + 0.7074$$

Un esquema importante para el entendimiento de esta propiedad se muestra en la Figura 3, en la que se destaca la forma de realizar el ensayo de compresión de pilas.

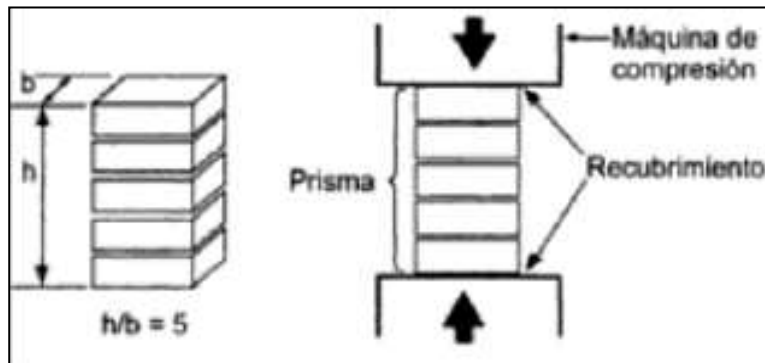


Figura 3. Aspecto de prismas ensayados a rotura por compresión.
Fuente: Salinas y Llanque (2017).

La deformación y el esfuerzo que se produce al momento de la ejecución del ensayo está en función de la calidad del norte y el prisma que lo confirman, lo cual hace suponer que el mayor porcentaje de fallas se da en el mortero, por lo que es muy usual que los prismas sean más rígidos que el mortero (Salinas y Llanque, 2017).

Un factor importante en la evaluación de la resistencia de los prismas, pues su valor se incrementa con el transcurso del tiempo, el cual puede asumirse debido al aporte del mortero. Dicho comportamiento se puede observar en la siguiente figura (Salinas y Llanque, 2017).

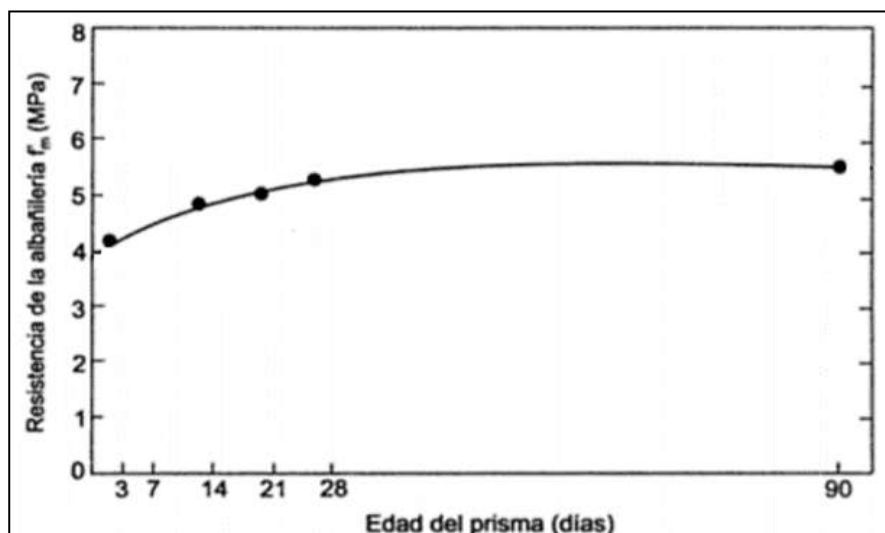


Figura 4. Resistencia de pilas de albañilería (f'_m) vs edad del espécimen.
Fuente: Salinas y Llanque (2017).

Otro aspecto relevante en el estudio de las pilas, es que dependen del espesor de las juntas, pues mientras más elevadas sean estas la resistencia es menor (Salinas y Llanque, 2017).

Ensayo de resistencia a compresión diagonal en muretes v'm

Es un ensayo con el cual se puede determinar la resistencia en forma diagonal de un murete (v'm), para lo cual se debe seguir las recomendaciones establecida en la norma NTP 399.621 (2015). El murete considerado debe considerarse una representación de un muro real.

En la norma E.070, el valor de la compresión diagonal no será mayor de $0.319\sqrt{f'm}$ MPa; de esta manera, dicha norma establece valores promedios mínimos para cada tipo de albañilería.

Tabla 8. Resistencia a compresión diagonal en prismas.

Materia	Clase	Unidad f'b	Pilas f'm	Muretes v'm
Arcilla	clase I - Artesanal	4.9 (50)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	clase II - Artesanal	6.9 (70)	3.9 (40)	0.55 (5.6)
	clase III - Artesanal	9.3 (95)	4.6 (47)	0.64 (6.5)
	clase IV - Industrial	12.7 (130)	6.4 (65)	0.79 (8.1)
	clase V - industrial	17.6 (180)	8.3 (85)	0.90 (9.2)
Concreto	Industrial portante	17.5 (178)	7.0 (71)	0.44 (4.5)
sílice-cal	Industrial portante	12.6 (129)	10.1 (103)	0.93 (9.5)

Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018).

Modos de falla de la resistencia a compresión diagonal v'm

La forma de falla que se puede dar en los testigos de los muretes comúnmente en forma diagonal a causa del corte o por tracción diagonal, tal como se muestra en la (ver Figura 5 lado izquierdo).

Si las unidades de albañilería son huecas presenta perforaciones, el murete puede presentar fallas por aplastamiento debido a la compresión diagonal, siendo incluso explosiva (ver Figura 5 lado derecho), por lo que la falla más apropiada será aquella que se dan las juntas del testigo analizado Chicaiza (2017).

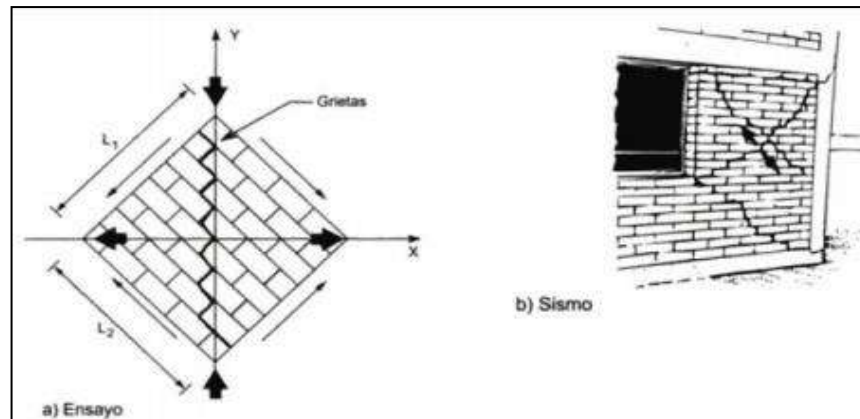


Figura 5. Forma de falla.
Fuente: Salinas y Llanque (2017).

Por lo general las fallas más comunes se dan en las juntas horizontales y verticales con un ángulo promedio de 45° ; sin embargo, cuando las fallas atraviesan las unidades representa que la fuerza de compresión es aplicada en las fallas, lo cual hace implicar que la tracción principal alcanza un valor principal, tal como lo explica Chicaiza (2017).

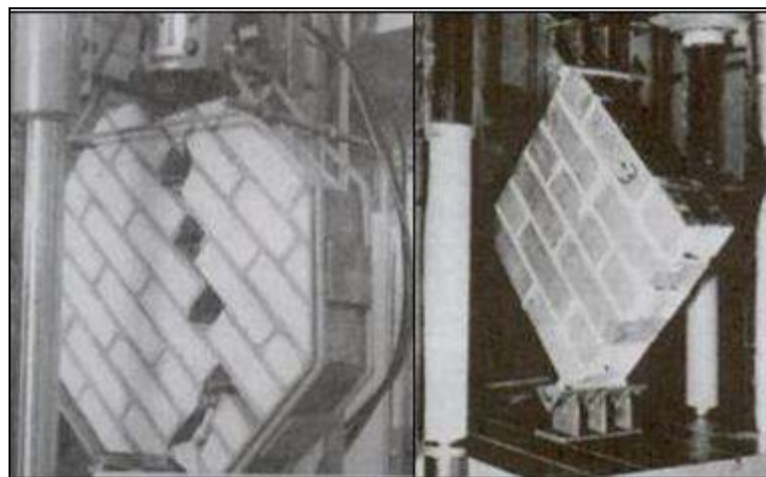


Figura 6. Muros de albañilería simple después del ensayo de corte.
Fuente: Salinas y Llanque (2017).

Influencias de la resistencia a compresión diagonal $v'm$

Muchas investigaciones han tratado de demostrar una relación entre la resistencia a compresión diagonal ($v'm$) y la resistencia a compresión axial ($f'm$), sin embargo se ha denotado que dicha relación no es de causa y efecto, sin embargo pudieron establecer que la relación es inversa ya que las condiciones que incrementan la resistencia a tracción como el espesor de las juntas, disminuyen la resistencia a la compresión de las pilas (Chicaiza, 2017).

Es fácilmente notable que la mayor resistencia a tracción en los muretes está en función de la adhesión mortero-unidad, por lo que generalmente las falla deben ocurrir

en las mencionadas fallas, sin embargo, si dicha evaluación no fuera como la mencionada, sería a causa de la fragilidad de las unidades de albañilería (Chicaiza, 2017).

2.3. Marco conceptual

Poliestireno expandido: Es un elemento que se conoce por su siglas “EPS” y en el Perú como Tecnopor; y que se puede definir como un polímero termoplástico, la cual deriva de la polimerización de un elemento conocido como estireno monómero (Lapa, 2020).

Perlas de poliestireno expandido: Poliestireno expandido reciclado y triturado, de diámetro de 1 a 3 mm, que puede ser utilizado como agregado en la producción de unidades de concreto (Lapa, 2020).

Unidades de albañilería: Son elementos de albañilerías conocidos comúnmente como ladrillos o bloques, los cuales son utilizados en la construcción de muros. De manera general, se sabe que dichas unidades son fabricadas con arcillas, arena-cal y de concreto (Lapa, 2020).

Bloque: Son unidades de albañilería que pueden ser manipulado necesariamente con las dos manos, debido a sus características como dimensión y peso (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

Mortero cemento: Se conoce como mortero a un material que contiene arena, agua y un material cementante con el cual se puede unir elementos de albañilería como ladrillos o bloques (Ñaupá, 2018).

Propiedades de las unidades de concreto: Son las características tanto físicas como mecánicas de los elementos de albañilería; para la vigente norma de albañilería estos son la resistencia a la compresión, la variación dimensional, el alabeo y la absorción (Lapa, 2020).

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, mejoran y cumplen lo establecido en la norma E. 070.

3.2. Hipótesis específicas

- a) El uso de poliestireno expandido incide significativamente en las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto.
- b) Las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto varían significativamente al utilizar poliestireno expandido.
- c) El costo de las unidades de albañilería con poliestireno expandido es menor a la unidad de albañilería de concreto convencional

3.3. Variables

3.3.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente (X): Poliestireno expandido. - Es un material que se forma de la polimerización del poliestireno con un material expansivo, en un medio acuoso; su fabricación no genera contaminación ambiental (Lapa, 2020).

Variable dependiente (X): Propiedades de las unidades de albañilería. - Son las principales características que presenta una unidad de albañilería y que va de acorde con el material con el cual está fabricado (Lapa, 2020).

3.3.2. Definición operacional de las variables

Variable independiente (X): Poliestireno expandido. - Estuvo en función al peso seco del agregado fino; es decir, se reemplazó al agregado fino en porcentajes de 10, 20 y 30 %.

Variable dependiente (X): Propiedades de las unidades de albañilería. - Se midieron en función a las normas técnicas peruanas; basadas en esencialmente en: Alabeo, variación dimensional, densidad, absorción, succión, resistencia a compresión, resistencia a la compresión axial y la resistencia a la compresión diagonal.

3.3.3. Operacionalización de las variables

En la Tabla 9 se muestra la operacionalización de las variables consideradas en el desarrollo de la presente investigación:

Tabla 9. Operacionalización de las variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidades
Variable independiente X: Poliestireno expandido	Peso del de poliestireno expandido	Granulometría	
		Porcentaje del peso total	kg
Variable dependiente Y: Propiedades de unidades de albañilería de concreto	Propiedades físicas	Alabeo	mm
		Variación dimensional	%
		Densidad	kg/m ³
		Absorción	%
		Succión	Kg/cm ² .min
	Propiedades mecánicas	Resistencia a compresión por área bruta	f'b (kg/cm ²)
		Resistencia a compresión axial en pilas f'm	f'm (kg/cm ²)
		Resistencia a compresión diagonal en muretes v'm	v'm (kg/cm ²)
	Costo de producción	Costo de procesamiento del poliestireno	Soles
		Costo de fabricación de la unidad de albañilería.	Soles

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

El método de la presente investigación fue el científico, pues con este método se puede generar nuevos conocimientos basados en una secuencia de pasos ordenados y sistematizados. En este sentido, se aplicó este método pues para su desarrollo se tomó en cuenta la observación, el planteamiento del problema, la formulación de hipótesis, la experimentación y las conclusiones; los cuales son parte del método científico explicado anteriormente.

4.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se consideró en la presente tesis fue aplicativo, pues este tipo de investigación utiliza las teorías existentes con el fin de generar nuevos conocimientos para solucionar problemas que afectan a una determinada población. En tal contexto, la presente investigación utilizó teorías relacionadas con diseño de mezcla de concreto para la elaboración de unidades de albañilería y sus afines como las metodologías para la ejecución de los ensayos necesarios que comprueben su calidad; todo ello con el fin de buscar una unidad de albañilería, alternativa a los tradicionales, que además de ser ligero sean más económicos.

4.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue explicativo, pues busca establecer la causa y el efecto entre las variables. En este sentido, se buscó establecer si existe causalidad y efecto entre

las variables “cantidad de poliestireno expandido” y “propiedades de unidades de albañilería de concreto”.

4.4. Diseño de la investigación

El diseño de investigación que se consideró fue experimental, se manipuló la variable independiente y además existió un grupo de control; es decir, se varió la concentración del poliestireno expandido para establecer un porcentaje óptimo que no perjudique las propiedades de las unidades de albañilería de concreto, además que estas fueron comparadas con un bloque patrón y la norma E0.70 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

La población fueron las unidades de albañilería de concreto con y sin adiciones de poliestireno expandido.

4.5.2. Muestra

Correspondió a 236 unidades de albañilería; esto según la técnica de muestreo no probabilística o intencional, tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 10. Muestreo para el desarrollo de la investigación.

Ensayo	Unidad de albañilería patrón	Adición de poliestireno expandido		
		10%	20%	30%
Alabeo	10	10	10	10
Variación dimensional	18	18	18	18
Absorción	3	3	3	3
Succión	3	3	3	3
Densidad	3	3	3	3
Resistencia a compresión por área bruta	3	3	3	3
Resistencia a compresión axial en pilas	6	6	6	6
Resistencia a la compresión diagonal	13	13	13	13
Total de unidades		236		

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1. Técnicas de recolección de datos

Entre las técnicas que se utilizaron para la recolección de datos destacan las siguientes:

- Observación. - La cual fue de vital importancia en las etapas de la ejecución de ensayo de en laboratorio, pues mediante esta, se pudo verificar si los ensayos ejecutados fueron ejecutados de una manera correcta.
- Análisis documental. – Que fue aplicada al momento de la recopilación de información necesaria para el desarrollo de la tesis, tales como manuales de ejecución de laboratorio y antecedentes de la investigación.

4.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Con respecto a los instrumentos de recolección de datos, estos fueron aquellos estandarizados por las normas técnicas peruanas para la ejecución de los ensayos y determinar así las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería, por lo que no requirió de una media de confiabilidad ni validez

4.7. Técnicas de procedimiento y análisis de datos

Los datos recopilados en el desarrollo de la presente investigación fueron analizados desde un enfoque cuantitativo, es por lo que se aplicó la estadística descriptiva para la generalización de los valores de un ensayo y la estadística inferencial para generalizar las hipótesis planteadas. Además, a ello se consideró el análisis de datos en tablas y figuras, las cuales fueron desarrolladas mediante programas especializados como Microsoft Excel y SPSS.

El procedimiento de la investigación consistirá en la secuencia de los siguientes pasos:

- Recolección de material granular de cantera San Pedrito.
- Clasificación de los agregados siguiendo lo establecido en la norma NTP:400.011 (2020).

- Determinación de las principales propiedades de los agregados para las unidades de albañilería, siguiendo los parámetros establecidos en la norma NTP 399.607 (2019).
- Elaboración del diseño de mezcla de concreto de $f'c$: 175 kg/cm² para ser utilizados en la fabricación de las unidades de albañilería.
- Dosificación del poliestireno expandido en la mezcla de concreto, considerando reemplazar el agregado fino en 10 %, 20 % y 30 %.
- Elaboración de unidades de albañilería.
- Medición de las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto patrón y con reemplazo parcial de poliestireno expandido.
- Medición de las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería con concreto patrón y con reemplazo parcial del agregado fino por poliestireno expandido.
- Comparación de los resultados.

4.8. Aspectos éticos de la investigación

La presente investigación ha sido llevada a cabo con un enfoque ético riguroso, enfatizando en la recolección organizada y sistematizada de información, libre de influencias externas y manipulaciones. Estas medidas garantizan la credibilidad y confiabilidad de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. Descripción de resultados

5.1.1. Absorción

Entre la principal propiedad analizada en el desarrollo de la tesis fue la absorción, la cual es la propiedad de la unidad de albañilería mediante la cual se puede estimar la capacidad de absorber agua; por lo que su valor es fundamental, pues este puede reducir la cantidad de agua en el mortero y perjudicar las juntas entre unidad de albañilería.

La norma E 0.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones menciona que el valor máximo para bloques de concreto no debe ser mayor a 12 % si su fin es construir muros portantes, y no será mayor a 15 % si son muros no portantes. En este contexto, se puede mencionar que en la Tabla 11 se demuestra que los valores de la unidad de albañilería patrón es menor al valor mencionado; además a ello, se pudo verificar que a medida que se sustituye parcialmente el agregado fino por poliestireno expandido, esta propiedad se reduce hasta alcanzar un valor de 6.30 %, lo cual representa una reducción de hasta 44.74 %.

Tabla 11. Variación de la absorción de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.

Unidad de albañilería	Absorción (%)	σ	Variación porcentual (%)
Patrón	11.40	0.10	
10 % poliestireno	9.50	0.10	-16.67
20 % poliestireno	7.63	0.06	-33.04
30 % poliestireno	6.30	0.10	-44.74

El comportamiento descrito en la tabla anterior, se ha esquematizado en la Figura 7, donde se puede observar la tendencia que sigue esta propiedad cuando se sustituye parcialmente el agregado fino por poliestireno expandido. Además, a ellos se puede mencionar que, dicho comportamiento es favorable, pues esto representa una menor absorción del agua que posee el mortero para la construcción de muros.

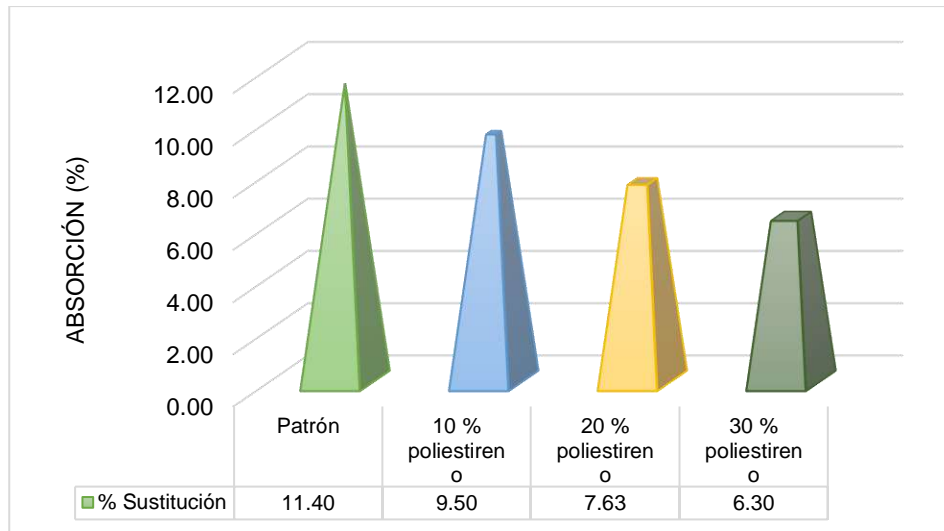


Figura 7. Esquema de la variación de la absorción de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.

5.1.2. Densidad

La densidad es la propiedad que se puede representar el peso de la materia en un determinado volumen, es decir, es la cantidad de peso en un metro cúbico.

El valor de esta propiedad es muy importante al momento del diseño de las edificaciones, pues cuando se realiza el análisis estructural, el peso de la edificación es un factor importante.

En la Tabla 12 se puede observar los valores obtenidos para cada porcentaje de sustitución parcial analizado en el desarrollo de esta investigación, donde se muestra con claridad que debido a la inclusión del poliestireno expandido, se pudo reducir su valor de 2 278.00 kg/m³ a 1807.67 kg/m³, lo cual representa un 20.65 % menor al valor de la unidad de albañilería patrón.

Tabla 12. Variación de la densidad de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.

Unidad de albañilería	Densidad (kg/m ³)	σ	Variación porcentual (%)
Patrón	2278.00	36.29	
10 % poliestireno	2129.67	16.86	-6.51
20 % poliestireno	1970.67	21.08	-13.49
30 % poliestireno	1807.67	6.43	-20.65

Una mejor representación de lo descrito anteriormente se muestra en la Figura 8, donde se observa con claridad la tendencia de los valores obtenidos en laboratorio, es decir que la densidad de la unidad de albañilería se puede reducir hasta en 20.65 %, lo cual beneficia a las edificaciones que consideren este material en la construcción.

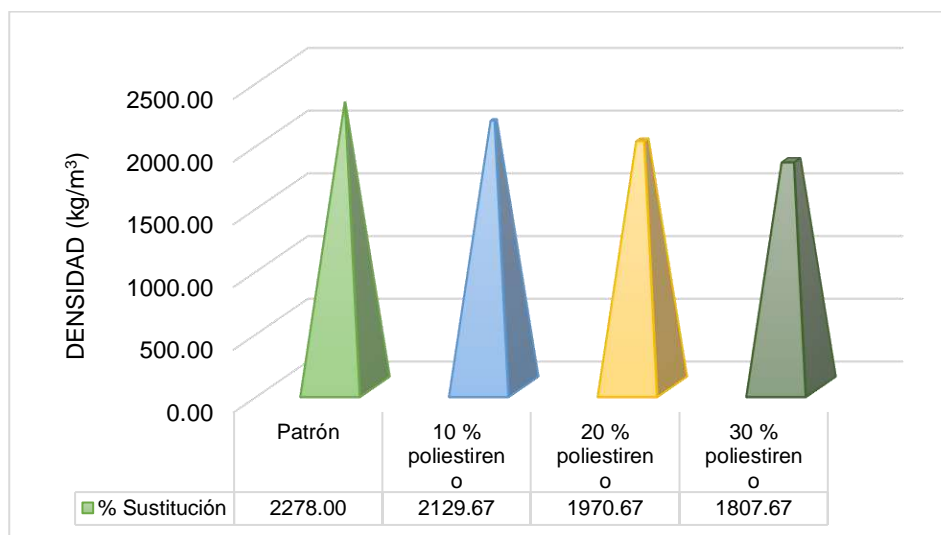


Figura 8. Esquema de la variación de la densidad de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.

5.1.3. Variación dimensional

La variación dimensional es una propiedad mediante la cual se puede observar cómo se modifican las dimensiones entre las unidades de albañilería, para lo cual se han realizado hasta seis mediciones, con el fin de establecer un promedio adecuado.

Los resultados que se muestran en la Tabla 13 indican que la variación del largo, ancho y alto de las unidades de la albañilería patrón no sufren modificaciones pues poseen una variación dimensional máxima de 0.38 %, la cual es menor al 2 %, valor que la norma E0.70 recomienda. Similar comportamiento también se ha podido denotar en las unidades de albañilería con aplicación de poliestireno expandido, donde el máximo valor obtenido fue de 0.52 %, cuando el porcentaje de este material fue del 30 %.

Tabla 13. Variación de la variación dimensional de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.

Unidad de albañilería	Promedio	Promedio	Dimensión especificada (mm)	Desviación estándar VD (%)	Variación dimensional (%)	Coefficiente de variación CV (%)
Patrón	Largo	405.20	405.00	1.30	0.04	0.32
	Ancho	160.20	160.00	2.06	0.10	1.29
	Alto	176.70	176.00	1.72	0.38	0.97
10 % de poliestireno	Largo	405.20	405.00	1.68	0.04	0.41
	Ancho	160.20	160.00	0.90	0.10	0.56
	Alto	176.30	176.00	1.11	0.19	0.63
20% de poliestireno	Largo	405.30	405.00	1.11	0.08	0.27
	Ancho	160.00	160.00	1.41	0.00	0.88
	Alto	176.70	176.00	1.11	0.38	0.63
30% de poliestireno	Largo	405.30	405.00	1.11	0.08	0.27
	Ancho	160.80	160.00	0.90	0.52	0.56
	Alto	176.30	176.00	1.11	0.19	0.63

Lo descrito en la anterior tabla se ha podido esquematizar en la Figura 9, donde se muestra la variación de las dimensiones de la unidad de albañilería (largo, ancho y alto) al sustituir parcialmente el agregado fino con el poliestireno expandido. En esta figura se pueden observar variaciones mínimas de las dimensiones mencionadas, pudiéndose de esta manera establecer que la acción del poliestireno no afecta la forma de estas unidades de albañilería

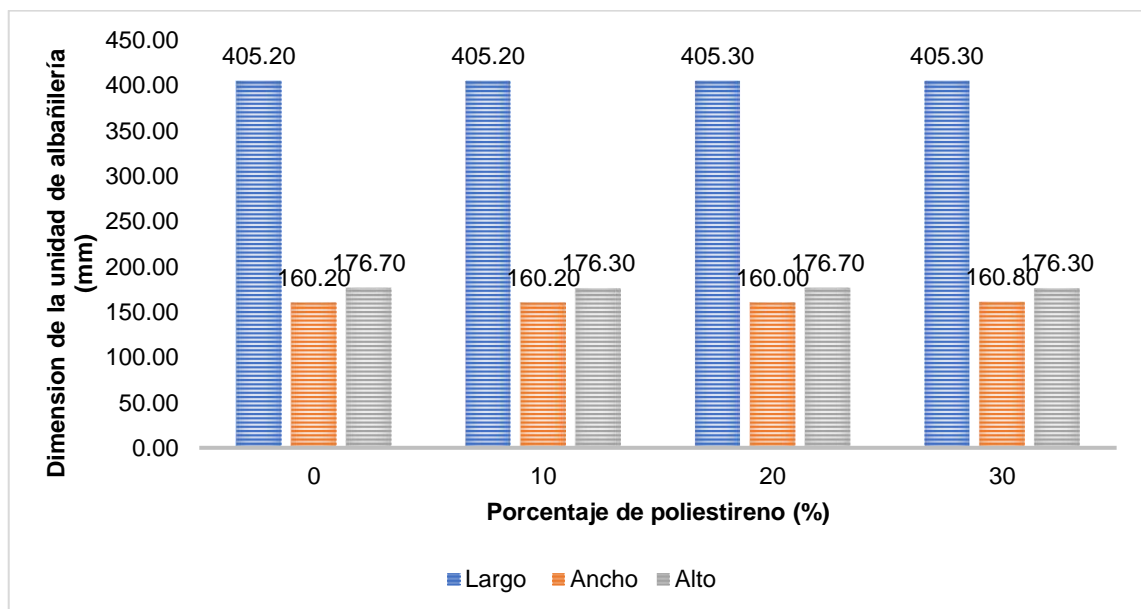


Figura 9. Esquema de la variación de las dimensiones de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.

La variación dimensional, se ha esquematizado en la Figura 10, donde se muestra con claridad que, con respecto al largo de la unidad de albañilería, el menor valor se presentó en con el patrón y la sustitución del 10 %, mientras que, en el ancho, el mayor

valor se presentó en la sustitución del 30 %. Sin embargo, un aspecto resaltante es que ningún valor sobrepasa el valor recomendado por las normativas actuales (2%).

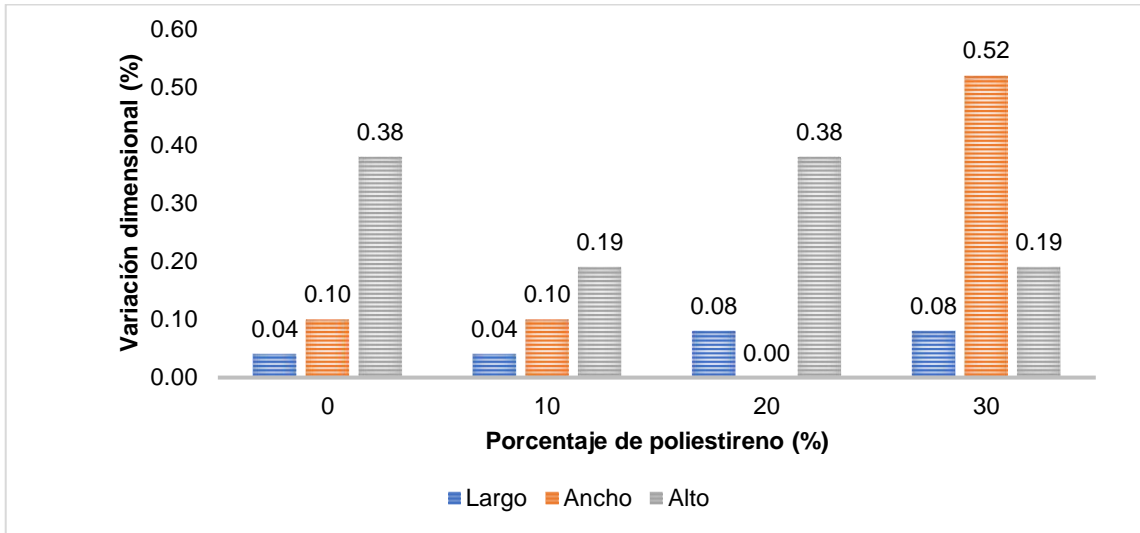


Figura 10. Esquema de la variación dimensional de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.

Otro aspecto de gran importancia en el control de esta propiedad es el coeficiente de variación, el cual según la norma E0.70 debe ser como máximo 20 % para muestras industriales y 40 % para muestras artesanales; en tal sentido, se ha podido verificar la variación máxima en el ancho de hasta 1.29 %, el cual es menor a lo recomendado por la norma mencionada.

Es por lo descrito que se puede mencionar que, la aplicación del poliestireno expandido en unidad de albañilería no modifica sus dimensiones (largo, ancho y alto) respecto al concreto patrón.

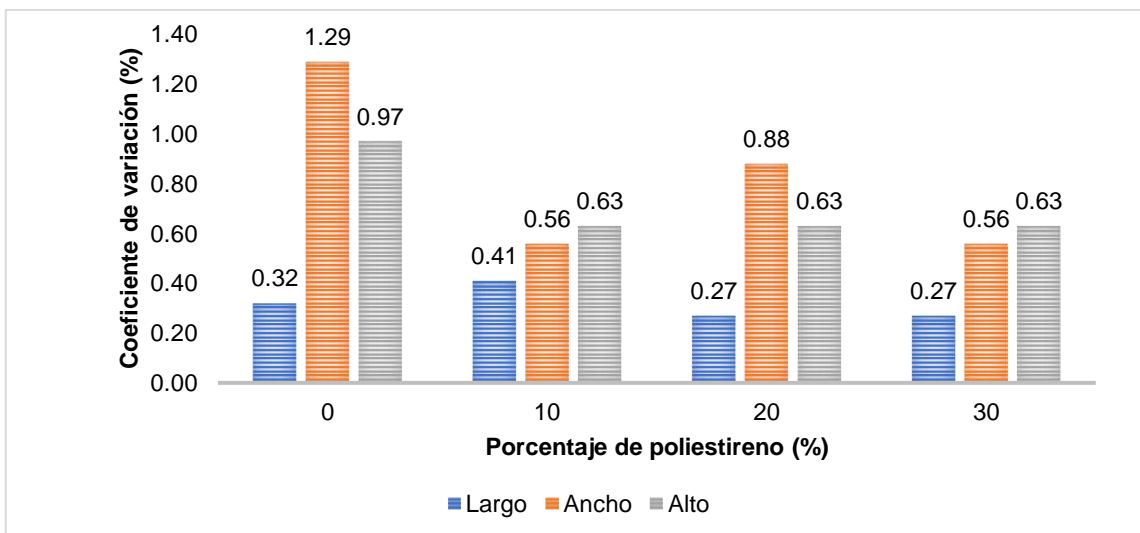


Figura 11. Esquema de la variación del coeficiente de variación de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.

5.1.4. Succión

La succión se puede comprender como aquella propiedad que indica la rapidez del agua a adherirse a una de las caras de la unidad de albañilería, por lo que es fundamental establecer una relación entre el mortero y la capacidad de adherencia entre unidades de albañilería, pues al poseer valores altos de esta propiedad, se sobreentiende que se perderá agua del mortero, lo cual impedirá una adherencia adecuada con el siguiente elemento de albañilería.

En este sentido, los resultados que se muestran en la Tabla 14, explican que, a mayor cantidad de poliestireno en la unidad de albañilería, la succión disminuye hasta 8.03 g/200cm²/min, es decir un 59.15 % respecto del elemento patrón.

Tabla 14. Variación de la succión de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.

Unidad de albañilería	Succión (g/200cm ² /min)	σ	Variación porcentual (%)
Patrón	19.67	2.75	
10 % poliestireno	16.05	4.74	-18.39
20 % poliestireno	12.47	2.25	-36.61
30 % poliestireno	8.03	1.90	-59.15

En la Figura 12, se ha esquematizado el comportamiento de la succión a medida que se incrementó la cantidad de poliestireno en la unidad de albañilería, siendo que el elemento con menor capacidad y succión el que posee una concentración de poliestireno de 30 %.

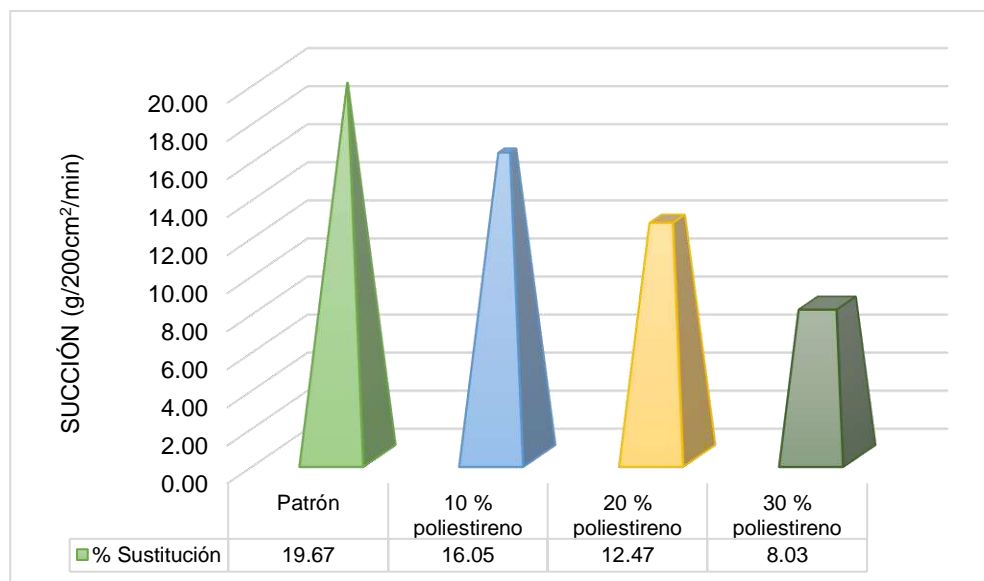


Figura 12. Esquema de la variación de la succión de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.

5.1.5. Alabeo

El alabeo es una propiedad de la unidad de albañilería que consiste en medir que tan plana es la cara de las unidades de albañilería que están en contacto con el mortero, pues este parámetro es un indicador que asegura la correcta forma de asentamiento entre los demás bloques, pues un acara cóncava, puede generar mayor tamaño de juntas, lo cual puede perjudicar la resistencia.

En este sentido, la norma E0.70, menciona que el mayor valor aceptable de este material en bloques portantes es de 4 mm, el cual no se ha superado en ninguna de las muestras analizadas, tal como se puede apreciar en la Tabla 15.

Tabla 15. Variación de del alabeo de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.

Unidad de albañilería	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
Patrón	0.00	0.06
10 % poliestireno	0.01	0.07
20 % poliestireno	0.00	0.07
30 % poliestireno	0.00	0.11

Desde el punto de vista cóncavo, se puede mencionar que todos los grupos de la unidad de albañilería analizada no presenta alabeo, pues el máximo valor obtenido fue de 0.01 mm con el bloque más un 10 % de poliestireno expandido, tal como se parecía en la siguiente imagen.

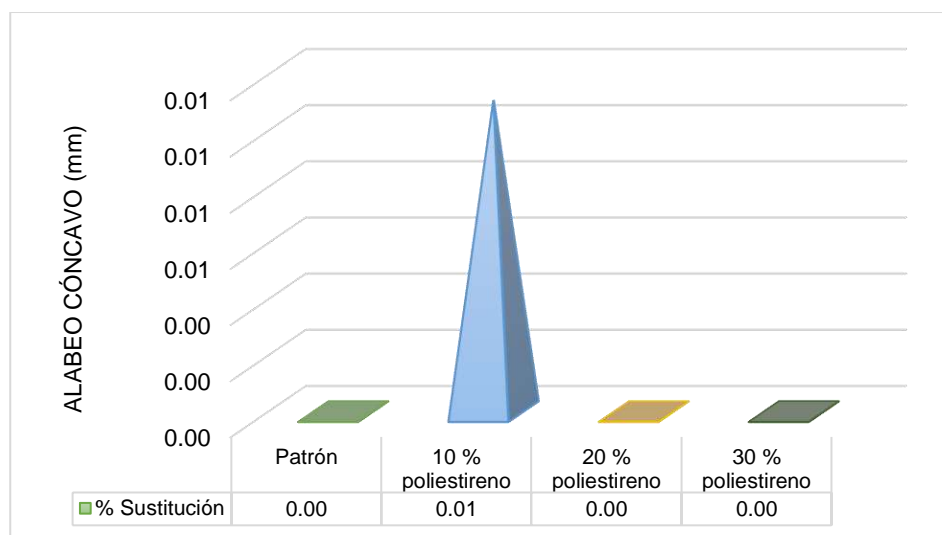


Figura 13. Esquema de la variación del alabeo cóncavo de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.

Al analizar el comportamiento del alabeo convexo de las unidades de albañilería, se ha podido llegar a la conclusión de que, si existe una leve modificación de su valor a medida que se ha incrementado la presencia de poliestireno expandido en el bloque de concreto, pues a mayor cantidad de este material, mayor es el alabeo convexo. Sin

embargo, y como se ha señalado anteriormente, estos parámetros se encuentran dentro del rango aceptable para que la norma peruana establece (menor a 4 mm).

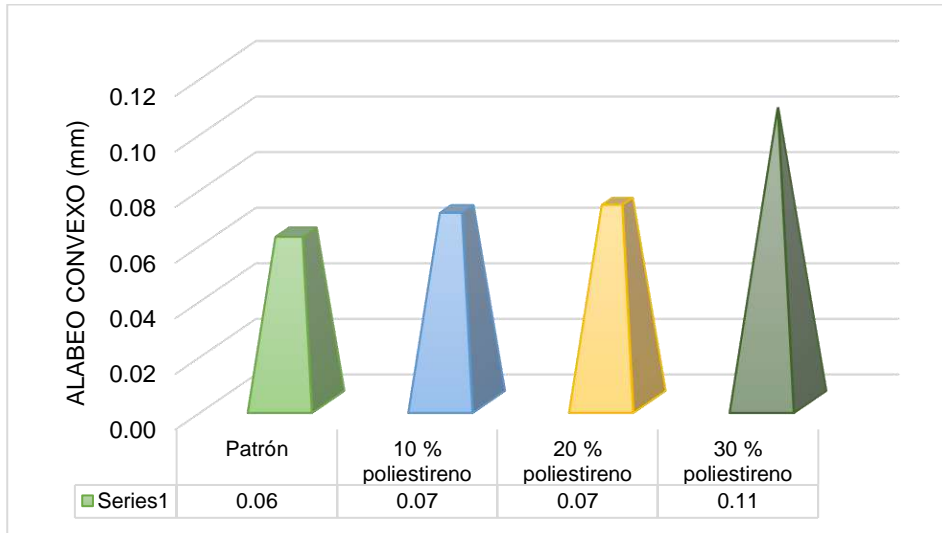


Figura 14. Esquema de la variación del alabeo convexo de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.

5.2. Propiedades mecánicas de unidades de albañilería con poliestireno expandido

En el análisis de las propiedades de las unidades de albañilería, un aspecto importante son las propiedades mecánicas del concreto, pues mediante estas, se puede clasificar y establecer si pueden cumplir la función de ser muros portantes, por ello consideró el análisis de:

5.2.1. Resistencia a la compresión

Para la determinación de la validez de los elementos analizados (unidades de albañilería con poliestireno expandido), se realizó el control de su resistencia en 28 días. Los resultados de laboratorio se han resumido en la Tabla 16, observándose cómo este parámetro se incrementa a medida que se sustituye parcialmente el agregado fino por el poliestireno expandido; pues su valor inicial cambia de 3.90 MPa a 4.83 MPa.

Tabla 16. Variación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.

Unidad de albañilería	Esfuerzo en área bruta f'_b (MPa)	σ	Variación porcentual (%)
Patrón	3.90	0.10	
10 % poliestireno	4.17	0.06	6.84
20 % poliestireno	4.47	0.06	14.53
30 % poliestireno	4.83	0.15	23.93

La representación esquemática de lo descrito en la tabla anterior, se muestra en la Figura 15, donde se puede observar la clara tendencia ascendente de la resistencia. En tal

contexto, un aspecto importante que se ha tomado en cuenta es que, de acuerdo a la norma E. 070, la resistencia mínima para bloque portante debe ser de 4.9 kg/cm^2 , el cual no se ha logrado alcanzar con el diseño patrón, sin embargo, a medida que se modifica las cantidades de agregado fino y de poliestireno, se logra alcanzar y superar el valor mencionado.

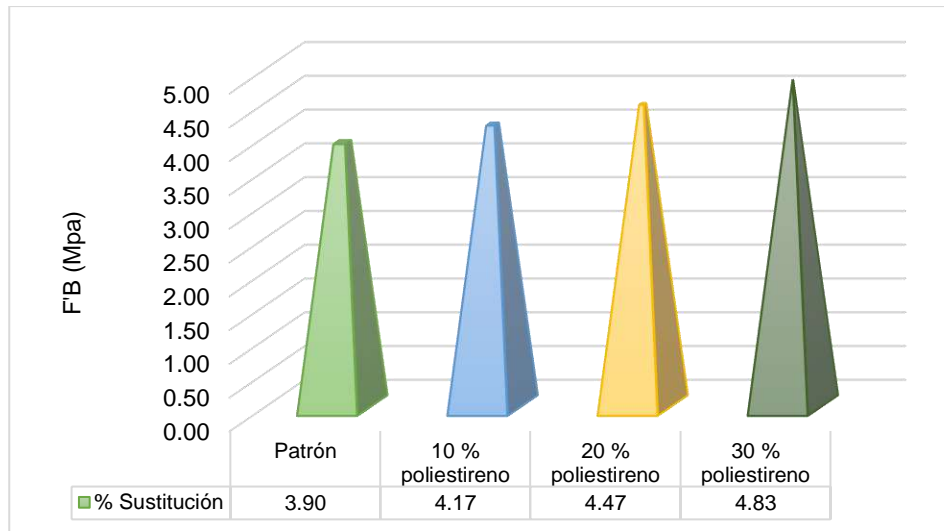


Figura 15. Esquema de la variación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.

5.2.2. Resistencia a la compresión axial en pilas

La resistencia a la compresión axial es una forma de medir el comportamiento de las unidades de albañilería en forma conjunta. En este contexto, los valores obtenidos muestran incremento de la resistencia a la compresión del concreto, pues su valor se incrementó de 85.63 kg/cm^2 a 90.90 kg/cm^2 , demostrando un incremento porcentual de 6.15 % respecto del bloque patrón.

Tabla 17. Variación de la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería con poliestireno expandido.

Unidad de albañilería	$f_m \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	σ	Variación porcentual (%)
Patrón	85.63	1.17	
10 % poliestireno	87.50	0.44	2.18
20 % poliestireno	88.43	0.15	3.27
30 % poliestireno	90.90	0.70	6.15

Lo descrito anteriormente descrito, se ha esquematizado en la Figura 16, donde se puede observar la tendencia que se ha obtenido al sustituir parcialmente el agregado fino por poliestireno expandido.

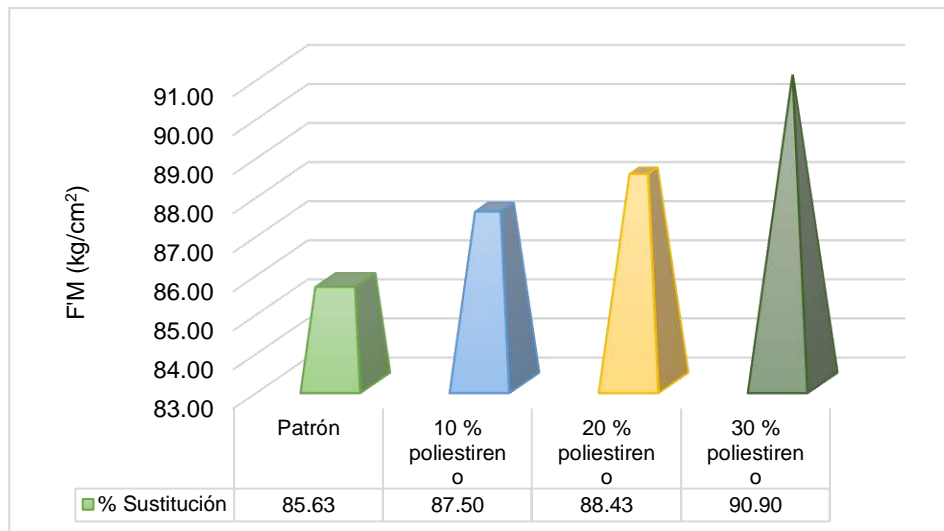


Figura 16. Esquema de la variación de la resistencia a la compresión en pilas de unidades de albañilería con poliestireno expandido.

5.2.3. Resistencia a la compresión diagonal en muretes

Finalmente, otra de las propiedades mecánicas de gran importancia es la resistencia a compresión diagonal en muretes, pues es un indicador del comportamiento del muro en conjunto ante fuerzas horizontales.

En este contexto, los resultados obtenidos en laboratorio fueron resumidos en la Tabla 18 donde se muestra con claridad cómo se da la variación de esta resistencia al aplicar poliestireno expandido en el bloque analizado, pues su valor se incrementa de 6.83 kg/cm² a 10.70 kg/cm².

Un aspecto importante es que la norma menciona que el valor mínimo para el esfuerzo diagonal es de 8.6 kg/cm².

Tabla 18. Variación de la resistencia a la compresión diagonal en muretes de unidades de albañilería con poliestireno expandido.

Unidad de albañilería	v'm (kg/cm ²)	σ	Variación porcentual (%)
Patrón	6.83	0.15	
10 % poliestireno	8.27	0.12	20.98
20 % poliestireno	9.33	0.06	36.59
30 % poliestireno	10.70	0.10	56.59

En la siguiente figura se muestra la tendencia positiva que tiene esta propiedad de las unidades de albañilería, destacándose de esta manera que inicialmente el diseño realizado no cumplía con lo recomendado en la norma E. 070, sin embargo, a medida que se adiciona el poliestireno, su valor logra superar al valor mínimo para que sea considerado como un muro portante.

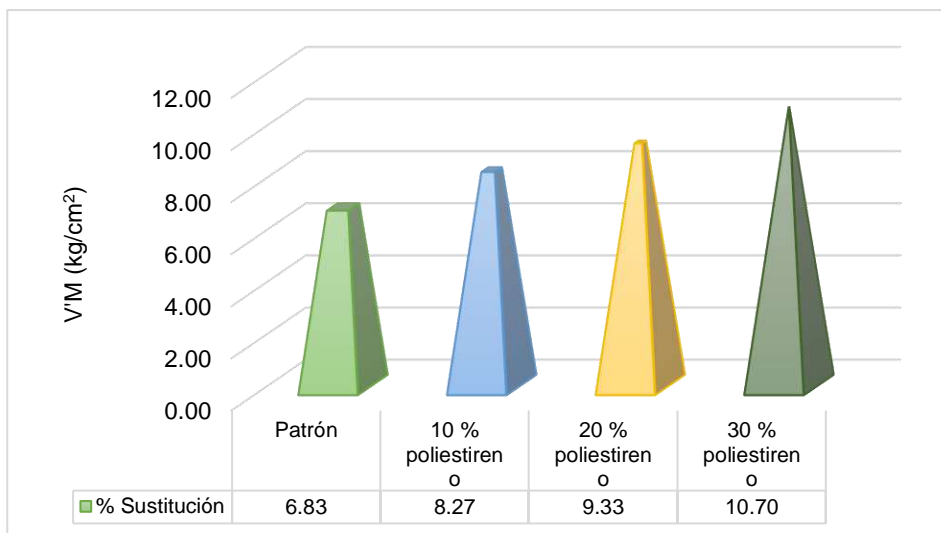


Figura 17. Esquema de la variación de la resistencia a la compresión diagonal en muretes de unidades de albañilería con poliestireno expandido.

5.3. Costo de la unidad de albañilería con poliestireno

Finalmente, un aspecto de gran importancia fue el costo de producción de las unidades de albañilería de concreto y con sustitución parcial del agregado fino con poliestireno expandido. Los resultados se clasificaron en: costo de mano de obra, de materiales y de herramientas; de estas se puede establecer que tanto la mano de obra como las herramientas se mantiene de manera constante. Es por ello que el parámetro donde se puede ver la variación del costo, es la cantidad de materiales, tal como se observa en la Tabla 19.

Tabla 19. Variación del costo de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.

Item	Und	Cantidad			
		Patrón	10% de poliestireno	20% de poliestireno	30% de poliestireno
Mano de obra	S/.	1.17	1.17	1.17	1.17
Materiales	S/.	1.30	1.27	1.28	1.29
Herramientas	S/.	0.13	0.13	0.13	0.13
Total	S/.	2.60	2.57	2.58	2.59

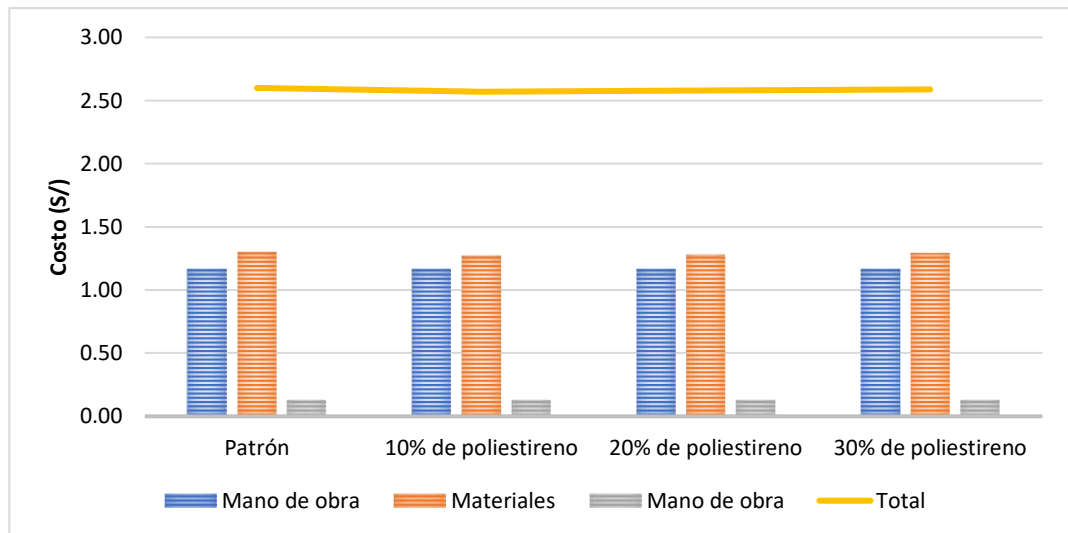


Figura 18. Esquema de la variación del costo de las unidades de albañilería con poliestireno expandido.

En la Figura 18, se muestra la variación final del costo de la elaboración de las unidades de albañilería, donde se puede visualizar una variación de solo 0.03 céntimos por unidad, lo cual solo se puede ser más significativo al considerar millares de unidades

5.4. Contrastación de hipótesis

5.4.1. Prueba de normalidad

Para la demostración de las hipótesis planteadas en la presente investigación se ha procedido con el primer paso, el cual es determinar la normalidad de los datos obtenidos en laboratorio, para lo cual se han considerado dos grupos: el primero basado en las propiedades físicas y el segundo en las propiedades mecánicas.

Los datos que se muestran en la Tabla 20 dan a conocer la normalidad de las propiedades físicas de las unidades de albañilería, en donde se puede destacar principalmente que, solo la densidad posee una distribución normal, pues posee valores de significancia mayores a 0.05; en este contexto, se puede mencionar que para la demostración de la validez de las hipótesis se aplicarán los estadísticos de Kruskal – Walis, para los que poseen distribución no normal y ANOVA para los que poseen una distribución normal.

Tabla 20. Normalidad de los datos para las propiedades físicas.

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Absorción (%)	Patrón	1.00	3.00	1.00
	Concreto con 10 % de poliestireno	1.00	3.00	1.00
	Concreto con 20 % de poliestireno	0.75	3.00	0.00
	Concreto con 30 % de poliestireno	1.00	3.00	1.00
Densidad (kg/m ³)	Patrón	0.90	3.00	0.40
	Concreto con 10 % de poliestireno	0.84	3.00	0.23
	Concreto con 20 % de poliestireno	0.77	3.00	0.05
	Concreto con 30 % de poliestireno	0.87	3.00	0.30
Variación dimensional - largo (mm)	Patrón	0.75	3.00	0.00
	Concreto con 10 % de poliestireno	0.75	3.00	0.00
	Concreto con 20 % de poliestireno	0.75	3.00	0.00
	Concreto con 30 % de poliestireno	0.75	3.00	0.00
Variación dimensional - ancho (mm)	Patrón	0.75	3.00	0.00
	Concreto con 10 % de poliestireno	0.75	3.00	0.00
	Concreto con 20 % de poliestireno	1.00	3.00	1.00
	Concreto con 30 % de poliestireno	0.75	3.00	0.00
Variación dimensional - alto (mm)	Patrón	0.96	3.00	0.64
	Concreto con 10 % de poliestireno	0.75	3.00	0.00
	Concreto con 20 % de poliestireno	0.75	3.00	0.00
	Concreto con 30 % de poliestireno	0.75	3.00	0.00
Succión (%)	Patrón	0.75	3.00	0.00
	Concreto con 10 % de poliestireno	1.00	3.00	1.00
	Concreto con 20 % de poliestireno	0.92	3.00	0.46
	Concreto con 30 % de poliestireno	0.96	3.00	0.64
Alabeo cóncavo	Concreto con 10 % de poliestireno	0.75	3.00	0.00
Alabeo convexo	Patrón	0.75	3.00	0.00
	Concreto con 10 % de poliestireno	0.75	3.00	0.00
	Concreto con 20 % de poliestireno	0.99	3.00	0.78
	Concreto con 30 % de poliestireno	0.75	3.00	0.00

Las variables correspondientes a las propiedades mecánicas, también fueron sometidas a la prueba de normalidad aplicando del método de Shapiro – Wilk; los resultados obtenidos en la Tabla 21, muestran que la significancia obtenida es menor a 0.05, en varios grupos analizado, demostrado de esta manera que todas las propiedades mecánicas no poseen una distribución normal. En este contexto, se ha demostrado que, para la prueba de hipótesis será necesario la aplicación del método de Kruskal – Walis.

Un aspecto resaltante es que a pesar que en varios grupos existen significancias mayores a 0.05, no se puede interpretar que dichos grupos poseen una distribución normal, más por el contrario, y en forma de promedio, se estableció una distribución no

normal para todos los grupos, los cuales serán demostrados mediante estadísticos no paramétricos.

Tabla 21. Normalidad de los datos para las propiedades mecánicas.

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a compresión por área bruta (MPa)	Patrón	1.00	3.00	1.00
	Concreto con 10 % de poliestireno	0.75	3.00	0.00
	Concreto con 20 % de poliestireno	0.75	3.00	0.00
	Concreto con 30 % de poliestireno	0.96	3.00	0.64
Resistencia a compresión axial en pilas (kg/cm ²)	Patrón	0.96	3.00	0.64
	Concreto con 10 % de poliestireno	0.96	3.00	0.64
	Concreto con 20 % de poliestireno	0.75	3.00	0.00
	Concreto con 30 % de poliestireno	0.94	3.00	0.51
Resistencia a compresión diagonal en muretes (kg/cm ²)	Patrón	0.96	3.00	0.64
	Concreto con 10 % de poliestireno	0.75	3.00	0.00
	Concreto con 20 % de poliestireno	0.75	3.00	0.00
	Concreto con 30 % de poliestireno	1.00	3.00	1.00

5.4.2. Hipótesis específica a

Como se ha descrito, para la demostración de esta hipótesis específica, será necesario la consideración de dos estadísticos: el ANOVA y el de Kruskal – Wallis, para lo cual, inicialmente se deberá establecer las siguientes proposiciones:

H_{a0} : El uso de poliestireno expandido no incide significativamente en las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto.

H_{a1} : El uso de poliestireno expandido fino incide significativamente en las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto.

Las variables con distribución no normal fueron la absorción, la variación dimensional en largo, alto y ancho, el alabeo cóncavo y convexo, por ello fue que para la prueba de hipótesis se aplicó el método de Kruskal – Wallis, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 22. Validación de la hipótesis con el método de Kruskal – Wlalis.

	N total	Estadístico de contraste	Grados de libertad	Significación asintótica (prueba bilateral)
Absorción (%)	12	10.42	3	0.02
Variación dimensional - largo (mm)	12	0.15	3	0.99
Variación dimensional - ancho (mm)	12	5.69	3	0.13
Variación dimensional - alto (mm)	12	1.55	3	0.67
Succión (%)	12	10.24	3	0.02
Alabeo cóncavo	12	3.00	3	0.39
Alabeo convexo	12	2.35	3	0.50

Los resultados de la tabla anterior, muestran que solo la absorción y succión presentan una variación significativa, pues el valor de p es menor a 0.05. Con respecto a las demás propiedades, se puede mencionar que la sustitución parcial de agregado fino por poliestireno expandido, no modifica de manera significativa la variación dimensional ni el alabeo. Para establecer la mayor diferencia entre los grupos de la absorción, se ha realizado una comparación de grupos en el que se ha obtenido que el grupo con mayor variación significativa es el de la unidad de albañilería con 30 %, tal como se observa en la Tabla 23.

Tabla 23. Comparación de grupos con el método de Kruskal Wallis.

		Estadístico de prueba	Error estándar	Desv. Estadístico de prueba	Significancia	Significancia ajustada
Unidad de albañilería patrón	Unidad de albañilería con 10 % de poliestireno	3.00	2.94	1.02	0.31	1.00
	Unidad de albañilería con 20 % de poliestireno	6.00	2.94	2.04	0.04	0.25
	Unidad de albañilería 30 % de poliestireno	9.00	2.94	3.06	0.00	0.01

Para la determinación de la mayor incidencia de la succión se ha realizado la comparación de medias entre los grupos considerados en el estudio, obteniéndose que la unidad de albañilería con 30 % posee valores altos de significancia.

Tabla 24. Comparación de grupos con el método de Kruskal Wallis.

		Estadístico de prueba	Error estándar	Desv. Estadístico de prueba	Significancia	Significancia ajustada
Unidad de albañilería patrón	Unidad de albañilería con 10 % de poliestireno	2.67	2.93	0.91	0.36	1.00
	Unidad de albañilería con 20 % de poliestireno	5.83	2.93	1.99	0.05	0.28
	Unidad de albañilería con 30 % de poliestireno	8.83	2.93	3.01	0.00	0.02

Otro parámetro que ha presentado variaciones significativas fue la densidad, sin embargo, a diferencia de los otros parámetros, esta propiedad posee una distribución normal, por lo que la demostración de la hipótesis fue realizada con el estadístico ANOVA.

Los resultados que se muestran en la Tabla 25 dan a conocer que hay una variación significativa al aplicar el poliestireno expandido en las unidades de albañilerías.

Tabla 25. Análisis ANOVA de la densidad de las unidades de albañilería

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	369903.00	3	123301.00	236.32	0.00
Dentro de grupos	4174.00	8	521.75		
Total	374077.00	11			

Debido a la validez de la variación significativa, se ha procedido a realizar la prueba post hoc con el fin de establecer la diferencia entre los grupos involucrado, obteniéndose así los resultados que se muestran en la Tabla 26, donde se puede corroborar que la densidad es un parámetro que sufre grandes variaciones al aplicar poliestireno expandido, pues su valor se reduce de manera significativa.

Tabla 26. Prueba post hoc de la densidad de las unidades de albañilería.

(I) Grupos		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Patrón	Concreto con 10 % de poliestireno	148.33*	18.65	0.00	88.61	208.06
	Unidad de albañilería con 20 % de poliestireno	307.33*	18.65	0.00	247.61	367.06
	Unidad de albañilería con 30 % de poliestireno	470.33*	18.65	0.00	410.61	530.06
Unidad de albañilería con 10 % de poliestireno	Patrón	-148.33*	18.65	0.00	-208.06	-88.61
	Unidad de albañilería con 20 % de poliestireno	159.00*	18.65	0.00	99.28	218.72
	Unidad de albañilería con 30 % de poliestireno	322.00*	18.65	0.00	262.28	381.72
Unidad de albañilería con 20 % de poliestireno	Patrón	-307.33*	18.65	0.00	-367.06	-247.61
	Unidad de albañilería con 10 % de poliestireno	-159.00*	18.65	0.00	-218.72	-99.28
	Unidad de albañilería con 30 % de poliestireno	163.00*	18.65	0.00	103.28	222.72
Unidad de albañilería con 30 % de poliestireno	Patrón	-470.33*	18.65	0.00	-530.06	-410.61
	Unidad de albañilería con 10 % de poliestireno	-322.00*	18.65	0.00	-381.72	-262.28
	Unidad de albañilería con 20 % de poliestireno	-163.00*	18.65	0.00	-222.72	-103.28

Con los valores descritos en la tabla anterior, se puede establecer o sub dividir los grupos estudiados en sub conjuntos que donde se agrupen grupos con similar comportamiento. Sin embargo, al ser una propiedad sensible a variaciones al utilizar poliestireno expandido, se ha podido denotar que todos los grupos analizados no posee características similares y por ende difieren entre sí, tal como se muestra en la Tabla 27.

Tabla 27. Subconjuntos en la densidad de unidades de albañilería.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Concreto con 30 % de poliestireno	3	1807.67			
Concreto con 20 % de poliestireno	3		1970.67		
Concreto con 10 % de poliestireno	3			2129.67	
Patrón	3				2278.00
Sig.		1.00	1.00	1.00	1.00

En consecuencia, se puede establecer que, la sustitución parcial de poliestireno expandido puede incidir de manera significativa en algunas propiedades como la absorción, succión y densidad; por lo que se acepta parcialmente la hipótesis propuesta.

5.4.3. Prueba de hipótesis b

Los datos obtenidos para la prueba de hipótesis específica b resultaron tener una distribución no normal, por lo que para la validez de esta hipótesis se ha considerado la aplicación del método establecido por Kruskal – Wallis. Sin embargo, y previo a lo descrito, se deberá establecer las siguientes proposiciones:

H_{b0}: Las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto no varían significativamente al utilizar poliestireno expandido.

H_{b1}: Las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto varían significativamente al utilizar poliestireno expandido.

En la Tabla 28 se muestra los valores de la significancia obtenidos después de la aplicación del método de Kruskal – Wallis; demostrándose así que, la aplicación de poliestireno expandido en las unidades de albañilería modifica de manera significativa las propiedades mecánicas, pues los valores de significancia obtenidos, fueron inferiores 0.05.

Tabla 28. Prueba de hipótesis con el estadístico de Kruskal – Wallis.

	N total	Estadístico de contraste	Grados de libertad	Significación asintótica (prueba bilateral)
Resistencia a compresión por área bruta (MPa)	12	10.46	3	0.02
Resistencia a compresión axial en pilas (kg/cm ²)	12	10.42	3	0.02
Resistencia a compresión diagonal en muretes (kg/cm ²)	12	10.46	3	0.02

Complementariamente a lo descrito en la tabla anterior, se ha realizado la comparación de grupos con el fin de establecer los que poseen mayor variación respecto a la unidad de albañilería patrón, obteniéndose así que, en la resistencia de la unidad de albañilería, las aplicaciones del 20 % y 30 %, son lo que la modifican con mayor significancia, siendo este comportamiento una constante en las demás propiedades, tal como se muestran en la Tabla 29, Tabla 30 y Tabla 31.

Tabla 29. Comparación de medias de la resistencia de la unidad de albañilería.

		Estadístico de prueba	Error estándar	Desv. Estadístico de prueba	Significancia	Significancia ajustada
Patrón	U. A. con 10 % de poliestireno	-3.00	2.93	-1.02	0.31	1.00
	U. A. con 20 % de poliestireno	-6.00	2.93	-2.05	0.04	0.25
	U. A. con 30 % de poliestireno	-9.00	2.93	-3.07	0.00	0.01

Tabla 30. Comparación de medias de pilas de unidades de albañilería.

		Estadístico de prueba	Error estándar	Desv. Estadístico de prueba	Significancia	Significancia ajustada
Patrón	U. A. con 10 % de poliestireno	-3.00	2.94	-1.02	0.31	1.00
	U. A. con 20 % de poliestireno	-6.00	2.94	-2.04	0.04	0.25
	U. A. con 30 % de poliestireno	-9.00	2.94	-3.06	0.00	0.01

Tabla 31. Comparación de medias de la resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería.

		Estadístico de prueba	Error estándar	Desv. Estadístico de prueba	Significancia	Significancia ajustada
Concreto patrón	Concreto con 10 % de poliestireno	-3.00	2.94	-1.02	0.31	1.00
	Concreto con 20 % de poliestireno	-6.00	2.94	-2.05	0.04	0.25
	Concreto con 30 % de poliestireno	-9.00	2.94	-3.07	0.00	0.01

En consecuencia, se puede establecer como conclusión final, la sustitución parcial del agregado fino por poliestireno expandido para la fabricación de unidades de albañilería modifica de manera significativa sus propiedades mecánicas, por lo que se acepta la hipótesis planteada.

5.4.4. Prueba de hipótesis c

Para la prueba de normalidad de la hipótesis específica c, se ha considerado la aplicación del método de Kruskal – Wallis, sin embargo, antes de ello se ha considerado lo siguientes enunciados:

H_{c0} : El costo de las unidades de albañilería con poliestireno expandido no es menor a la unidad de albañilería de concreto convencional.

H_{c1} : El costo de las unidades de albañilería con poliestireno expandido es significativamente menor a la unidad de albañilería de concreto convencional.

Después de la aplicación del método descrito inicialmente se ha podido establecer los resultados que se muestran en la Tabla 32, donde se muestra con claridad que, si existe una variación significativa en el costo al aplicar poliestireno expandido en unidades de albañilería, pues la significancia fue menor a 0.05.

Tabla 32. Prueba de hipótesis del costo con el método de Kruskal – Wallis.

	N total	Estadístico de contraste	Grados de libertad	Significación asintótica (prueba bilateral)
Costo	12	11.00	3	0.01

Complementariamente, se ha realizado la comparación de media, de los grupos analizados en esta investigación, obteniéndose de esta manera los resultados que se muestran en la Tabla 32 donde se puede denotar con 10 % y 20 % de poliestireno expandido, la variación del costo es significativo.

Tabla 33. Comparación de grupos de la variable costo.

		Estadístico de prueba	Error estándar	Desv. Estadístico de prueba	Significancia	Significancia ajustada
patrón	U.A. con 10 % de poliestireno	9.00	2.86	3.15	0.02	0.01
	U.A. con 20 % de poliestireno	6.00	2.86	2.10	0.04	0.22
	U.A. con 30 % de poliestireno	3.00	2.86	1.05	0.29	1.00

En consecuencia, se ha podido establecer que la aplicación de poliestireno expandido en las unidades de albañilería modifica el costo de su producción, razón por la cual se acepta la hipótesis planteada y se rechaza la hipótesis nula.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Propiedades físicas de las unidades de albañilería con poliestireno expandido

Respecto a la absorción, se tiene la Tabla 11 donde a medida que se incrementa el contenido de poliestireno expandido por agregado fino se reduce la absorción de las unidades de albañilería; asimismo, esto resulta favorable pues de acuerdo a la norma E. 070 referente a albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones (MVCS, 2006), pues de utilizarse estas unidades en muros portantes y no portantes debe considerarse un máximo de absorción de 12 % y 15 %. Se encontró que estadísticamente, las reducciones en la absorción de las unidades de albañilería fueron significativas estadísticamente con una significancia de 0.02 al sustituir 30 % del agregado fino por poliestireno expandido, mientras que con 10 % y 20 % las diferencias no fueron significativas. Asimismo, estos resultados concuerdan con lo obtenido por Lapa (2020) en su tesis “Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo”, donde concluyeron que la absorción de las unidades de albañilería con poliestireno fueron favorables.

En cuanto a la densidad, se obtuvo que al reemplazar el agregado fino parcialmente por poliestireno expandido esta propiedad se redujo en hasta 20.65 % en relación a lo obtenido para las unidades de albañilería patrón, lo cual resulta beneficioso para ser empleado en las edificaciones pues reduce el peso de las cargas muertas. Adicionalmente, estadísticamente se encontró que las reducciones de la densidad fueron significativas estadísticamente tanto al reemplazar el 10 %, 20 % y 30 % de agregado fino por poliestireno expandido.

Lo referido a la variación dimensional, se tiene de acuerdo a la Tabla 13 que éstas tanto en largo, ancho y alto se incrementó mínimamente en relación a las unidades de albañilería patrón, las cuales estadísticamente no fueron significativas con niveles de significancia superiores a 0.05, es decir, 0.99, 0.13 y 0.67; lo cual demuestra que el sustituir parcialmente el agregado fino por poliestireno expandido mantiene las características dimensionales de las unidades de albañilería lo cual resulta favorable.

Para la succión, los resultados se detallan en la Tabla 14, evidenciándose que el sustituir parcialmente el agregado fino por poliestireno expandido reduce esta propiedad en hasta 59.15 % con 30 % de poliestireno lo cual resulta beneficioso para el asentado desarrollándose así un buen comportamiento del mortero; asimismo, se tiene que, estadísticamente esta reducción fue significativa con 30 % de poliestireno (nivel de significancia de 0.02). Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Lapa (2020) en su tesis “Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo”, donde concluyeron que la succión de las unidades de albañilería con poliestireno fueron favorables.

Para el alabeo, los resultados se presentan en la Tabla 15, donde cóncavamente se mantuvo en 0.00 mm a excepción de 10 % de poliestireno donde pasó a 0.01 mm, mientras que convexamente se incrementó, por lo cual estadísticamente se encontró que, estas variaciones no fueron significativas con niveles de significancias de 0.39 y 0.50, siendo ello favorable pues las unidades de albañilería con poliestireno expandido son semejantes a una unidad de albañilería convencional.

Es dable mencionar lo estipulado por Chicaiza (2017) en su tesis “Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre bloques tradicionales y bloques elaborados con poliestireno expandido granular y bloques elaborados con tusa de maíz triturado como sustituto parcial del agregado grueso”, donde consideraron que es necesario el control de calidad de las propiedades de las unidades de albañilería con poliestireno expandido a fin de asegurar su comportamiento en muros portantes y no portantes.

6.2. Propiedades mecánicas de las unidades de albañilería con poliestireno expandido

Lo que refiere a la resistencia a compresión por área bruta, se tiene que al sustituir parcialmente el agregado fino por el poliestireno expandido esta se incrementa en hasta 23.93 % con 30 %, lo cual resulta favorable; adicionalmente, estadísticamente se encontró que tales incrementos fueron significativos con 20 % y 30 % de poliestireno (significancias de 0.04 y 0.00).

Por consiguiente, lo referente a la compresión axial en pilas se encontró que se incrementó hasta 6.15 % en relación a lo obtenido para las unidades de albañilería con 30 % de poliestireno; estos incrementos fueron significativos estadísticamente pues se obtuvo significancias de 0.04 y 0.00 al considerar 20 % y 30 % de poliestireno expandido.

En cuanto, a la resistencia a compresión diagonal en muretes, se encontró también un incremento de tal propiedad en 56.59 %, siendo beneficioso técnicamente; asimismo, según la estadística inferencial se demostró que tales incrementos fueron significativos con 20 % y 30 % de poliestireno.

Asimismo, estos resultados concuerdan con lo obtenido por Lapa (2020) en su tesis “Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo” y Sánchez (2019) en su investigación “Evaluación de la factibilidad técnica , económica y ambiental en la elaboración de bloques para el sistema de losas aligeradas a partir del aprovechamiento de residuos de construcción , demolición (RCD) y poliestireno expandido (EPS)” ; donde encontraron la factibilidad de utilizar polietileno expandido en unidades de albañilería por el cumplimiento de las resistencias requeridas.

6.3. Costo de las unidades de albañilería con poliestireno expandido

Tal como se muestra en la Tabla 19 al sustituir poliestireno expandido en 10 % el costo de la unidad de albañilería es de S/ 2.57 soles a comparación del patrón que cuesta S/ 2.60 soles, mientras que, con 20 % y 30 % los costos correspondieron a S/ 2.58 y S/ 2.59 soles. Estadísticamente, se obtuvo que, la reducción del costo de elaboración de unidades de albañilería con poliestireno expandido fue significativa con el 10 %.

Tales consideraciones concuerdan con Álvarez y Meca (2019) en su tesis “Diseño de una unidad de albañilería de concreto liviano a base de poliestireno expandido, Piura – 2018”, Ñaupá (2018) en su tesis “Evaluación de la calidad y costo de bloques de cemento con perlitas de poliestireno como alternativa en muros de albañilería en viviendas multifamiliares de la ciudad de Ayacucho” y Armas (2018) en su investigación “Sistema comparativo costo y tiempo de la mampostería tradicional vs mampostería (EPS) poliestireno en el hospital Monte Sinaí Bloque E - 100” donde concluyeron que las unidades de albañilería con poliestireno expandido resultan menos costosas que las convencionales.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos se ha demostrado que reemplazar el agregado fino parcialmente por poliestireno mejora significativamente las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería, y no modifican de manera significativa la mayoría de las propiedades físicas; siendo un porcentaje recomendado de 10 %, pues además de cumplir con las especificaciones de las normas peruanas posee menor costo de fabricación en comparación de la unidad de albañilería patrón.
2. Como se ha descrito en los resultados, solo la absorción, succión y la densidad se modifican de manera significativa, sin embargo, esta variación es óptima, pues disminuye la capacidad de succión, absorción y densidad de las unidades de albañilería, lo cual mejora su comportamiento al momento de realizar el asentamiento y disminuye el peso de la estructura en comparación de los bloques convencionales.
3. Según los datos obtenidos en laboratorio, la incidencia del poliestireno expandido en las unidades de albañilería es óptima, pues su aplicación incrementa los valores de la resistencia a la compresión (f'_b), la resistencia a la compresión en pilas (f'_m) y la resistencia a la compresión diagonal en muretes (v'_m), lo cual lo cataloga como un elemento apto para la construcción de muros.
4. Los datos obtenidos de la elaboración de las unidades de albañilería han demostrado que el costo de la fabricación de una unidad de bloque patrón es de 2.60 soles, mientras que con la aplicación del poliestireno expandido en proporciones del 10 %, 20 % y 30 %, el costo se reduce a 2.57, 2.58 y 2.59 soles respectivamente. Estas variaciones demuestran una disminución considerable del costo, especialmente cuando se considere el 10 % como el óptimo porcentaje y grandes cantidades de unidades.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la fabricación de bloques con sustitución parcial del agregado fino por poliestireno expandido en una concentración del 10 %, pues con esta proporción se logra obtener una unidad de albañilería técnica y económicamente viable.
2. Para el procesamiento del poliestireno expandido se recomienda limpiar las impurezas que puedan poseer, sin embargo, esto puede encarecer el procesamiento, pero es necesario para evitar la pérdida de resistencia de las unidades de albañilería.
3. Se recomienda para la ampliación de este estudio, la consideración de la mezcla para las juntas de las unidades de albañilería, pues es un aspecto importante que no se ha considerado hasta la actualidad y que cumple la función de mantener unidos cada elemento de un muro.
4. Se recomienda a los futuros investigadores, ampliar la línea de investigación mediante la aplicación de poliestireno en bloques para techos, pues como se ha demostrado, el uso de este material disminuye su peso de manera considerable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, M. y MECA, I., 2019. *Diseño de una unidad de albañilería de concreto liviano a base de poliestireno expandido, Piura - 2018* [en línea]. Piura: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31998>.
- ARMAS, R., 2018. *Sistema comparativo costo y tiempo de la mampostería tradicional vs mampostería (EPS) poliestireno en el hospital Monte Sinai «Bloque E - 100»* [en línea]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/32636>.
- CABALLERO, B. y FLOREZ, O., 2016. *Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico polietileno-tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción* [en línea]. S.l.: Universidad de Cartagena. Disponible en: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/4404>.
- CHICAIZA, V., 2017. *Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre bloques tradicionales y bloques elaborados con poliestireno expandido granular y bloques elaborados con tusa de maíz triturado como sustituto parcial del agregado grueso* [en línea]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26499>.
- LAPA, J., 2020. *Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo* [en línea]. Huancayo: Univerisdad Continental. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7710>.
- MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, 2018. *Norma E.050: Suelos y cimentaciones*. 2018. Lima: Ministerio de Vivienda Constricción y Saneamiento.
- MVCS, 2006. Reglamento nacional de edificaciones. *Sencico, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento* [en línea], pp. 1-439. ISSN 1098-6596. Disponible en: <https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento Nacional de Edificaciones.pdf>.
- ÑAUPA, M., 2018. *Evaluación de la calidad y costo de bloques de cemento con perlitas*

- de poliestireno como alternativa en muros de albañilería en viviendas multifamiliares de la ciudad de Ayacucho* [en línea]. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. Disponible en: http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3572/1/TESIS CIV510_Ñau.pdf.
- NTP:400.011, 2020. *Definición y clasificación de agregados para su uso en morteros y concretos* [en línea]. 2020. Lima: Instituto Nacional de Calidad. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>.
- NTP 339.613, 2018. *Métodos de muestreo y ensayos de ladrillos de arcilla usados en albañilería* [en línea]. 2018. Lima: INACAL. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>.
- NTP 399.604, 2015. *Unidades de albañilería métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto* [en línea]. 2015. S.l.: s.n. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>.
- NTP 399.605, 2018. *Unidades de albañilería métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería* [en línea]. 2018. Lima: Instituto Nacional de Calidad. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>.
- NTP 399.607, 2019. *Agregados para morteros de unidades de albañilería* [en línea]. 2019. Lima: Instituto Nacional de Calidad. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/525659154/NTP-399-607-2003-Albanileria-agregados-para-mortero>.
- NTP 399.613, 2017. *Unidades de albañilería métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería* [en línea]. 2017. Lima: Instituto Nacional de Calidad. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>.
- NTP 399.621, 2015. *Unidades de albañilería métodos de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería*. 2015. Lima: Instituto Nacional de Calidad.
- SALINAS, E. y LLANQUE, M., 2017. *Evaluación comparativa de la influencia de diferentes espesores de junta de mortero de tres diferentes calidades en muretes de albañilería sometidos a compresión diagonal, elaborados con ladrillo King Kong 18 huecos de la zona de San Jerónimo - Cusco* [en línea]. Perú: Universidad Andina

del Cusco. Disponible en:
<https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/1361>.

SÁNCHEZ, A., 2019. *Evaluación de la factibilidad técnica , económica y ambiental en la elaboración de bloquelón para el sistema de losas aligeradas a partir del aprovechamiento de residuos de construcción , demolición (RCD) y poliestireno expandido (EPS)* [en línea]. S.l.: Universidad Sangtiago de Cali. Disponible en: <https://www.usc.edu.co/>.

ANEXOS

Anexo N° 01: matriz de consistencia

Matriz de consistencia

Tesis: “Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Cuál es el resultado de evaluar las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿Cómo incide, en las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto, el uso de poliestireno expandido? b) ¿De qué manera varía las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto al utilizar poliestireno expandido? c) ¿Cuál es el costo de las unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar las propiedades de las unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido.</p> <p>Objetivos específicos: a) Determinar la incidencia, en las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto, el uso de poliestireno expandido. b) Establecer la variación de las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto al utilizar poliestireno expandido. c) Determinar el costo de las unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido.</p>	<p>Hipótesis general: Las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, mejoran y cumplen lo establecido en la norma E. 070.</p> <p>Hipótesis específicas: a) El uso de poliestireno expandido incide significativamente en las propiedades físicas de las unidades de albañilería de concreto. b) Las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto varían significativamente al utilizar poliestireno expandido. c) El costo de las unidades de albañilería con poliestireno expandido es menor a la unidad de albañilería de concreto convencional.</p>	<p>Variable independiente (X): poliestireno expandido.</p> <p>Variable dependiente (Y): propiedades de unidades de albañilería de concreto.</p>	<p>- Peso del poliestireno expandido.</p> <p>-Propiedades físicas.</p> <p>-Propiedades mecánicas.</p> <p>-Costo de producción.</p>	<p>- Granulometría. - Porcentaje del peso total.</p> <p>- Alabeo - Variación dimensional - Densidad - Absorción - Succión</p> <p>- Resistencia a compresión por área bruta - Resistencia a compresión axial en pilas f'm - Resistencia a compresión diagonal en muretes v'm</p> <p>- Costo de procesamiento del poliestireno - Costo de fabricación de unidad de albañilería.</p>	<p>Método de investigación: científico.</p> <p>Tipo de investigación: aplicada.</p> <p>Nivel de investigación: explicativo.</p> <p>Diseño de investigación: experimental.</p> <p>Población: La población fueron las unidades de albañilería de concreto con y sin adiciones de poliestireno expandido.</p> <p>Muestra: Correspondió a 236 unidades de albañilería; esto según la técnica de muestreo no probabilística o intencional, tal como se detalla en la Tabla 10.</p>

Anexo N° 02: matriz de operacionalización de las variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidades
Variable independiente X: Poliestireno expandido	Peso del de poliestireno expandido	Granulometría	
		Porcentaje del peso total	kg
Variable dependiente Y: Propiedades de unidades de albañilería de concreto	Propiedades físicas	Alabeo	mm
		Variación dimensional	%
		Densidad	kg/m ³
		Absorción	%
		Succión	Kg/cm ² .min
	Propiedades mecánicas	Resistencia a compresión por área bruta	f'b (kg/cm ²)
		Resistencia a compresión axial en pilas f'm	f'm (kg/cm ²)
		Resistencia a compresión diagonal en muretes v'm	v'm (kg/cm ²)
	Costo de producción	Costo de procesamiento del poliestireno	Soles
		Costo de fabricación de la unidad de albañilería.	Soles

Anexo N° 03: certificados de laboratorio



INFORME

Código

M-FT-70

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DE LOS AGREGADOS

Versión

00

Fecha

02-09-2021

Páginas

1 de 2

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo
 Nombre del proyecto :Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"
 Ubicación del proyecto :Huachipa-Lima-Perú.
 Identificación muestra :San Pedrito

Expediente N° :T-73-1-21
 Fecha de ensayo :19/09/21
 Fecha de emision :26/11/21

ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136/C136M-14

AGREGADO FINO - ARENA GRUESA

ASTM C 33/C33M-18

Malla	Peso Ret. (g)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "Lim Sup"	ASTM "Lim Inf"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	25.00	4.40	4.4	95.6	95.00
# 8	2.36 mm	67.10	11.80	16.2	83.8	80.00
# 16	1.18 mm	105.00	18.46	34.7	65.3	50.00
# 30	0.59 mm	132.40	23.28	57.9	42.1	25.00
# 50	0.30 mm	163.00	28.66	86.6	13.4	5.00
# 100	0.15 mm	58.20	10.23	96.8	3.2	0.00
Fondo		18.10	3.18	100.0	0.0	0.00

Modulo de fineza 2.97



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
 La muestra fue proporcionada por el cliente

TECNICO DE LABORATORIO

Adela Chipana Taipe
 ADELA CHIPANA TAIPE
 TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

Zimar Medina Abanto
 ZIMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

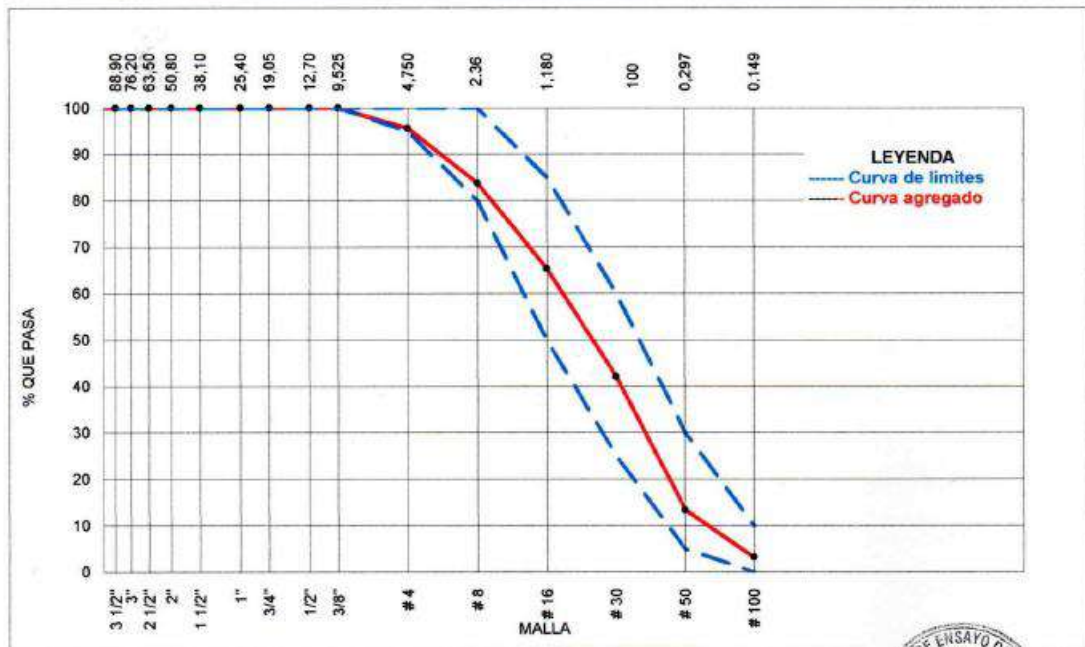
Jorge Francisco Ramirez Japaja
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



INFORME ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DE LOS AGREGADOS	Código	M-FT-70
	Versión	00
	Fecha	02-09-2021
	Páginas	2 de 2

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo Expediente N° :T-73-1-21
 Nombre del proyecto : "Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021" Fecha de ensayo :19/09/21
 Ubicación del proyecto :Huachipa-Lima-Perú. Fecha de emision :26/11/21
 Identificación muestra :San Pedrito

ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136/C136M-14



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
 La muestra fue proporcionada por el cliente

TECNICO DE LABORATORIO ADELA CHIPANA TAIPE TEC. DE LABORATORIO	JEFE DE LABORATORIO OMAR MEDINA ABANTO JEFE DE LABORATORIO	CONTROL DE CALIDAD JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA INGENIERO CIVIL Reg. en CIP N° 34294
---	---	--

**INFORME**

Código

M-FT-72

Versión

00

Fecha

02-09-2021

Páginas

1 de 1

CONTENIDO DE HUMEDAD

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo
Nombre del proyecto :“Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021”
Ubicación del proyecto :Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra :San Pedrito

Expediente N° :T-073-2-21
Fecha de ensayo :19/09/21
Fecha de emisión :26/11/21

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C 566

Cantera : San Pedrito

2.9

%

Certificados de calibración de equipos
Certificados de calibración de balanza N° CCB 007-2021
Certificado de calibración de horno N° CMI 003-2021

**Observaciones**

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
La muestra fue proporcionada por el cliente.

TECNICO DE LABORATORIO

Adela Chipana Taipe
ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

Óscar Medina Abanto
ÓSCAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

Jorge Francisco Ramírez Jajaja
JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAJAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. de CIP N° 64286

**INFORME**

Código

M-FT-72

Versión

00

Fecha

02-09-2021

Páginas

1 de 1

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo
Nombre del proyecto : "Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"
Ubicación del proyecto :Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra :San Pedrito

Expediente N° :T-073-3-21
Fecha de ensayo :19/09/21
Fecha de emisión :26/11/21

GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO FINO ASTM C128 - 15

N°	Reporté	Unidades	Resultados
1	Peso específico de la masa	g/cc	2.65
2	Peso específico saturado superficie seca S.S.S.	g/cc	2.69
3	Peso específico aparente	g/cc	2.78
4	Porcentaje de absorción	%	1.8


Certificados de calibración de equipos

Certificados de calibración de balanza N° CCB 007-2021
Certificado de calibración de horno N° CMI 003-2021


**Observaciones**

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
La muestra fue proporcionada por el cliente.


TECNICO DE LABORATORIO


ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO


OMAR MEGINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. de CIP N° 86286

**INFORME**

Código

M FT 78

PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO AGREGADO FINO

Versión

00

Fecha

2/09/2021

Páginas

1 de 1

Solicitante

:Gustavo De la Cruz Reynaldo

Expediente N°

:T-073-4-21

Nombre del proyecto

:"Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"

Fecha de ensayo

:19/09/21

Ubicación del proyecto

:Huachipa-Lima-Perú.

Fecha de emisión

:26/11/21

Identificación muestra

:San Pedrito

PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO AGREGADO FINO ASTM C29/ C29-17a

Información	Unidad	Resultados
Peso Unitario Suelto de la Muestra	kg/m ³	1350
Peso Unitario Compactado de la Muestra	kg/m ³	1513

Certificados de calibración de equipos

Certificados de calibración de balanza N° CCB-008-2021


**Observaciones**

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

La muestra fue proporcionada por el cliente.

TECNICO DE LABORATORIO
ADILLA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO**JEFE DE LABORATORIO**
OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO**CONTROL DE CALIDAD**
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. de CIP N° 8886

	INFORME	Código	M-FT-82
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	1 de 1

Solicitante	:Gustavo De la Cruz Reynaldo	Expediente N°	:T-73-5-21
Nombre del proyecto	: "Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"	Fecha de ensayo	:21/09/21
Ubicación del proyecto	:Huachipa-Lima-Perú.	Fecha de emisión	:26/11/21
Identificación muestra	:Diseño 175 kg/cm ² Patron		

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Diseño de mezcla Patron $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ Cemento tipo I Slump 0 Pulgadas

Procedencia del cemento	:	Sol Tipo I	
Procedencia del agua	:	Potable Lima	
Procedencia del agregado grueso	:	0	
Procedencia del agregado fino	:	San Pedrito	
Asentamiento	pulgadas	:	0
Factor cemento	bolsa/m ³	:	7.5
Relacion a/c seco	:	:	0.62
Relacion a/c obra	:	:	0.56
Proporciones de materiales por m ³		Diseño seco	Diseño húmedo
Cemento	kg/m ³	320	320
Agua	l/m ³	199	179
Agregado grueso	kg/m ³	0	0
Agregado fino	kg/m ³	1819	1872

Ensayos en concreto fresco			
Temperatura ambiente	°C	:	22.0
Temperatura mezcla	°C	:	20.1
Humedad relativa	%	:	95
Peso unitario concreto	kg/m ³	:	2327
Rendimiento	m ³	:	1.02
Contenido de aire	%	:	15
Fecha de vaciado	d/m/a	:	:21/09/21

Proporciones en peso corregido : 1 : 5.9 : 0.0 : 24 Litros/bolsa

Proporciones en volumen corregido : 1 : 4.7 : 0.0 : 24 Litros/bolsa


Nota: En obra corregir por humedad.



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
La muestra fue proporcionada por el cliente.

TECNICO DE LABORATORIO  ----- ADELA CHIPANA TAIPE TEC. DE LABORATORIO	JEFE DE LABORATORIO  ----- OMAR MEDINA ABANTO JEFE DE LABORATORIO	CONTROL DE CALIDAD  ----- JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA INGENIERO CIVIL Reg. de CIP N° 84286
---	---	--

	INFORME	Código	M-FT-82
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	1 de 1

Solicitante	:Gustavo De la Cruz Reynaldo	Expediente N°	:T-73-6-21
Nombre del proyecto	: "Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"	Fecha de ensayo	:21/09/21
Ubicación del proyecto	:Huachipa-Lima-Perú.	Fecha de emisión	:26/11/21
Identificación muestra	:Diseño de mezcla 10% Poliestireno		

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Diseño de mezcla 10% Poliestireno f'c = 175 kg/cm² Cemento tipo I Slump 0 Pulgadas

Procedencia del cemento	:	Sol Tipo I		
Procedencia del agua	:	Potable Lima		
Procedencia del agregado grueso	:	0		
Procedencia del agregado fino	:	San Pedrito		
Asentamiento	pulgadas	:	0	
Factor cemento	bolsa/m ³	:	7.5	
Relacion a/c seco	:	:	0.62	
Relacion a/c obra	:	:	0.56	
Proporciones de materiales por m ³		Diseño seco	Diseño húmedo	
Cemento	kg/m ³	:	320	320
Agua	l/m ³	:	199	181
Agregado grueso	kg/m ³	:	0	0
Agregado fino	kg/m ³	:	1656	1704

Ensayos en concreto fresco			
Temperatura ambiente	°C	:	22.0
Temperatura mezcla	°C	:	20.1
Humedad relativa	%	:	95
Peso unitario concreto	kg/m ³	:	2185
Rendimiento	m ³	:	1.01
Contenido de aire	%	:	2.5
Fecha de vaciado	d/m/a	:	:21/09/21

Proporciones en peso corregido	:	1 : 5.3 : 0.0 : 24 Litros/bolsa	Agregar 0.3 kg de Poliestireno
Proporciones en volumen corregido	:	1 : 4.3 : 0.0 : 24 Litros/bolsa	Agregar 0.3 kg de Poliestireno

Nota: En obra corregir por humedad.

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
La muestra fue proporcionada por el cliente.



TECNICO DE LABORATORIO  ADELA CHIPANA TAIPE TEC. DE LABORATORIO	JEFE DE LABORATORIO  OMAR MEDINA ABANTO JEFE DE LABORATORIO	CONTROL DE CALIDAD  JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. de CIP N° 84286
--	--	---



INFORME DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	M-FT-82
	Versión	00
	Fecha	02-09-2021
	Páginas	1 de 1

Solicitante	:Gustavo De la Cruz Reynaldo	Expediente N°	:T-73-7-21
Nombre del proyecto	: "Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"	Fecha de ensayo	:21/09/21
Ubicación del proyecto	:Huachipa-Lima-Perú.	Fecha de emisión	:26/11/21
Identificación muestra	:Diseño de mezcla 20% Poliestireno		

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Diseño de mezcla 20% Poliestireno $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ Cemento tipo I Slump 0 Pulgadas

Procedencia del cemento	:	Sol Tipo I	
Procedencia del agua	:	Potable Lima	
Procedencia del agregado grueso	:	0	
Procedencia del agregado fino	:	San Pedro	
Asentamiento	pulgadas	:	0
Factor cemento	bolsa/m ³	:	7.5
Relación a/c seco	:	:	0.62
Relación a/c obra	:	:	0.57
Proporciones de materiales por m ³			
		Diseño seco	Diseño húmedo
Cemento	kg/m ³	320	320
Agua	l/m ³	199	183
Agregado grueso	kg/m ³	0	0
Agregado fino	kg/m ³	1472	1515

Ensayos en concreto fresco

Temperatura ambiente	°C	:	22.0
Temperatura mezcla	°C	:	20.1
Humedad relativa	%	:	95
Peso unitario concreto	kg/m ³	:	2044
Rendimiento	m ³	:	0.99
Contenido de aire	%	:	2.5
Fecha de vaciado	d/m/a	:	21/09/21

Proporciones en peso corregido : 1 : 4.7 : 0.0 : 24 Litros/bolsa

Proporciones en volumen corregido : 1 : 3.8 : 0.0 : 24 Litros/bolsa

Agregar 0.4 kg de Poliestireno

Agregar 0.4 kg de Poliestireno

Nota: En obra corregir por humedad.




Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

La muestra fue proporcionada por el cliente.

TECNICO DE LABORATORIO ADELA CHIPANA TAIPE TEC. DE LABORATORIO	JEFE DE LABORATORIO OMAR MEDINA AGANTO JEFE DE LABORATORIO	CONTROL DE CALIDAD JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJÁ INGENIERO CIVIL Reg. de CIP N° 84286
---	---	--

	INFORME	Código	M-FT-82
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	1 de 1

Solicitante	:Gustavo De la Cruz Reynaldo	Expediente N°	:T-73-8-21
Nombre del proyecto	:Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"	Fecha de ensayo	:21/09/21
Ubicación del proyecto	:Huachipa-Lima-Perú.	Fecha de emisión	:26/11/21
Identificación muestra	:Diseño de mezcla 30% Poliestireno		

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Diseño de mezcla 30% Poliestireno $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ Cemento tipo I Slump 0 Pulgadas

Procedencia del cemento	:	Sol Tipo I	
Procedencia del agua	:	Potable Lima	
Procedencia del agregado grueso	:	0	
Procedencia del agregado fino	:	San Pedrito	
Asentamiento	pulgadas	:	0
Factor cemento	bolsa/m ³	:	7.5
Relación a/c seco	:	:	0.62
Relación a/c obra	:	:	0.58
Proporciones de materiales por m ³		Diseño seco	Diseño húmedo
Cemento	kg/m ³	320	320
Agua	l/m ³	199	185
Agregado grueso	kg/m ³	0	0
Agregado fino	kg/m ³	1274	1311

Ensayos en concreto fresco			
Temperatura ambiente	°C	:	22.0
Temperatura mezcla	°C	:	20.1
Humedad relativa	%	:	95
Peso unitario concreto	kg/m ³	:	1830
Rendimiento	m ³	:	1.00
Contenido de aire	%	:	15
Fecha de vaciado	d/m/a	:	21/09/21

Proporciones en peso corregido	:	1 : 4.1 : 0.0 : 25	Litros/bolsa
Proporciones en volumen corregido	:	1 : 3.3 : 0.0 : 25	Litros/bolsa

Agregar 0.7 kg de Poliestireno




Agregar 0.7 kg de Poliestireno

Nota: En obra corregir por humedad.

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados. La muestra fue proporcionada por el cliente.



TECNICO DE LABORATORIO	JEFE DE LABORATORIO	CONTROL DE CALIDAD
 ADELA CHIPANA TAIPE TEC. DE LABORATORIO	 OMAR MEDINA ABANTO JEFE DE LABORATORIO	 JÓRGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPÁN INGENIERO CIVIL Reg. de CIP N° 84286



INFORME		Código	M-FT-92
METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO ESPECIMENES DE 50 mm		Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	1 de 1

Solicitante : Gustavo De la Cruz Reynaldo
Nombre del proyecto : "Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"
Ubicación del proyecto : Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra : Grout de relleno relación 1: 1/2 :4 para bloque de concreto

Expediente N° : T-070-14-21
Fecha de ensayo : 19/10/21
Fecha de emisión : 3/11/21

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO ESPECIMENS CUBICOS 50 mm ASTM C109/C109M-21

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Lado promedio (mm)	Lado promedio (mm)	Area mm ²	Carga máxima kg	Resistencia a la compresion kg/cm ²	Resistencia a la compresion Mpa
Mortero de relleno	21/09/2021	19/10/2021	28	50	50	2510	4756	189	18.6
	21/09/2021	19/10/2021	28	51	50	2601	4723	182	17.8
	21/09/2021	19/10/2021	28	50	50	2500	4678	187	18.4
	21/09/2021	19/10/2021	28	50	50	2500	4605	184	18.1
	21/09/2021	19/10/2021	28	50	50	2500	4430	177	17.4

Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración pie de rey N° CPR- 005-2020
Certificado de calibración N° Prensa CMC-024-2021

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO



ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO


OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD


JORGE FRANCISCO RAMIREZ
INGENIERO CIVIL
Reg. de CIP N° 84288

	INFORME	Código	M-FT-101
	ABSORCION Y DENSIDAD	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	1 de 1

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo
 Expediente N° :T-73-9-21
 Nombre del proyecto :Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021
 Fecha de ensayo :20/10/2021
 Fecha de emisión :26/11/2021
 Ubicación del proyecto :Huachipa-Lima-Perú
 Identificación muestra :Bloques de concreto

CONTENIDO DE ABSORCION Y DENSIDAD ASTM C 140 / C140 M -21

N°	Identificación	Peso sumergido en agua (g)	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Absorción (%)	Densidad (kg/m ³)
1	Diseño patrón M-1	8498.1	13910.1	12481.4	11.4	2306
2	Diseño patrón M-2	8404.1	13809.3	12383.1	11.5	2291
3	Diseño patrón M-3	8204.1	13709.3	12316.7	11.3	2237
4	Diseño 10% poliestireno M-1	7645.6	13420.9	12254.4	9.5	2122
5	Diseño 10% poliestireno M-2	7799.8	13566.4	12395.1	9.4	2149
6	Diseño 10% poliestireno M-3	7720.4	13562.7	12374.9	9.6	2118
7	Diseño 20% poliestireno M-1	7018.1	13347.4	12398.8	7.7	1959
8	Diseño 20% poliestireno M-2	7063.1	13442.5	12489.7	7.6	1958
9	Diseño 20% poliestireno M-3	6713.1	12566.4	11674.5	7.6	1995
10	Diseño 30% poliestireno M-1	6195.0	12873.7	12123.1	6.2	1815
11	Diseño 30% poliestireno M-2	6165.9	12867.9	12100.1	6.3	1805
12	Diseño 30% poliestireno M-3	6178.9	12902.2	12120.7	6.4	1803

Certificados de calibración de equipos
 Certificados de calibración de balanza N° CCB 007-2021
 Certificado de calibración de horno N° CMI 003-2021



Observaciones
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
 La muestra fue proporcionada por el cliente.

TECNICO DE LABORATORIO  ADELA CHIPANA TAIPE TEC. DE LABORATORIO	JEFE DE LABORATORIO  OMAR MEDINA ABANTO JEFE DE LABORATORIO	CONTROL DE CALIDAD  JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. de CIP N° 84286
--	--	---



INFORME

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Código	M FT 102
Versión	00
Fecha	02-09-21
Páginas	1 de 4

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo
 Nombre del proyecto : "Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"
 Ubicación del proyecto :Huachipa -Lima-Perú
 Identificación muestra :Bloques de concreto patrón

Expediente N° :T-73-10-21
 Fecha de ensayo :20/10/21
 Fecha de emisión :26/11/21

RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERIA ASTM E519

Identificación	Fecha de fabricacion	Fecha de ensayo	Fecha de ensayo	Largo prom. (mm)	Altura prom. (mm)	Espesor prom. (mm)	Fuerza maxima (kg)	Fuerza maxima (N)	Area bruta (mm ²)	Esfuerzo vm kg/cm ²	Esfuerzo vm Mpa	Tipo de Falla
Diseño patron M-1	21/09/21	19/10/21	28	660	650	158	9825	96350	103490	6.7	0.66	tensión diagonal en juntas
Diseño patron M-2	21/09/21	19/10/21	28	661	651	159	10280	100812	104304	7.0	0.68	tensión diagonal en juntas
Diseño patron M-3	21/09/21	19/10/21	28	661	651	159	10080	98851	104304	6.8	0.67	tensión diagonal en juntas



MURETE M-1



MURETE M-2



MURETE M-3

Certificados de calibración de equipos
 Certificado de calibración N° Prensa CMC -046-2021



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
 La muestra fue proporcionada por el cliente.

TECNICO DE LABORATORIO

Adele Chipana Taipe
 ADELA CHIPANA TAIPE
 TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

Omar Medina Abanto
 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

Jorge Francisco Ramirez Japaja
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



INFORME

Código

M FT 102

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Versión

00

Fecha

02-09-21

Páginas

2 de 4

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo
 Nombre del proyecto : "Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"
 Ubicación del proyecto :Huachipa -Lima-Perú
 Identificación muestra :Bloques de concreto 10% Poliestireno

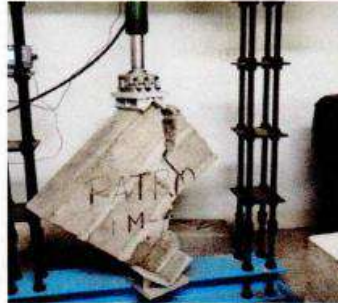
Expediente N° :T-73-10-21
 Fecha de ensayo :20/10/21
 Fecha de emisión :26/11/21

RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERIA ASTM E519

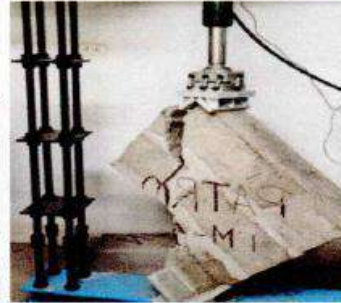
Identificación	Fecha de fabricacion	Fecha de ensayo	Fecha de ensayo	Largo prom. (mm)	Altura prom (mm)	Espesor prom (mm)	Fuerza maxima (kg)	Fuerza maxima (N)	Area bruta (mm ²)	Esfuerzo vm kg/cm ²	Esfuerzo vm Mpa	Tipo de falla
Diseño 10% M-1	21/09/21	19/10/21	28	601	650	159	11855	116258	99455	8.4	0.83	tensión diagonal en juntas
Diseño 10% M-2	21/09/21	19/10/21	28	661	651	159	12031	117984	104304	8.2	0.80	tensión diagonal en juntas
Diseño 10% M-3	21/09/21	19/10/21	28	661	651	159	12031	117984	104304	8.2	0.80	tensión diagonal en juntas



MURETE M-1



MURETE M-2



MURETE M-3

Certificados de calibracion de equipos

Certificado de calibración N° Prensa CMC -046-2021



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
 La muestra fue proporcionada por el cliente.

TECNICO DE LABORATORIO

Adela Chipana Taipe
 ADELA CHIPANA TAIPE
 TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

Omar Medina Abanto
 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

Jorge Francisco Ramirez Japaja
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



INFORME

Código M FT 102

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Versión 00

Fecha 02-09-21

Páginas 3 de 4

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo
 Nombre del proyecto :Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"
 Ubicación del proyecto :Huachipa -Lima-Perú
 Identificación muestra :Bloques de concreto 20% Poliestireno

Expediente N° :T-73-10-21
 Fecha de ensayo :20/10/202
 Fecha de emisión :26/11/202

RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ASTM E519

Identificación	Fecha de fabricación	Fecha de ensayo	Fecha de ensayo	Largo prom. (mm)	Altura prom. (mm)	Espesor prom. (mm)	Fuerza máxima (kg)	Fuerza máxima (N)	Area bruta (mm ²)	Esfuerzo vm kg/cm ²	Esfuerzo vm Mpa	Tipo de falla
Diseño 20% M-1	21/09/21	19/10/21	28	600	650	158	12925	126751	98750	9.3	0.91	Tension diagonal en juntas
Diseño 20% M-2	21/09/21	19/10/21	28	661	650	158	13713	134479	103569	9.4	0.92	Tension diagonal en juntas
Diseño 20% M-3	21/09/21	19/10/21	28	661	650	158	13683	134184	103569	9.3	0.92	Tension diagonal en juntas



MURETE M-1



MURETE M-2



MURETE M-3

Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración N° Prensa CMC -046-2021



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
 La muestra fue proporcionada por el cliente.

TECNICO DE LABORATORIO

MUELA CHIPANA TAIPE
 TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPARA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



INFORME

Código M FT 102

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Versión 00

Fecha 02-09-21

Páginas 4 de 4

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo
 Nombre del proyecto :Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"
 Ubicación del proyecto :Huachipa -Lima-Perú
 Identificación muestra :Bloques de concreto 30% Poliestireno

Expediente N° :T-73-10-21
 Fecha de ensayo :20/10/21
 Fecha de emisión :26/11/21

RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERIA ASTM E519

Identificación	Fecha de fabricación	Fecha de ensayo	Fecha de ensayo	Largo prom. (mm)	Altura prom (mm)	Espesor prom (mm)	Fuerza maxima (kg)	Fuerza maxima (N)	Area bruta (mm ²)	Esfuerzo vm kg/cm ²	Esfuerzo vm Mpa	Tipo de falla
Diseño 30% M-1	21/09/21	19/10/21	28	600	650	159	14920	146315	99375	10.6	1.04	Tensión diagonal en juntas
Diseño 30% M-2	21/09/21	19/10/21	28	661	650	160	16027	157171	104880	10.8	1.06	Tensión diagonal en juntas
Diseño 30% M-3	21/09/21	19/10/21	28	661	650	160	15890	155828	104880	10.7	1.05	Tensión diagonal en juntas



MURETE M-1



MURETE M-2



MURETE M-3

Certificados de calibracion de equipos

Certificado de calibración N° Prensa CMC -046-2021



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
 La muestra fue proporcionada por el cliente.

TECNICO DE LABORATORIO

Adela Chipana Taipe

 ADELA CHIPANA TAIPE
 TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

Omar Medina Abanto

 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

Jorge Francisco Ramirez Japaja

 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



INFORME

Código M-FT-103

Versión 00

Fecha 02-09-2021

Páginas 1 de 4

DIMENSIONAMIENTO

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo
 Nombre del proyecto :Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"
 Ubicación del proyecto :Huachipa-Lima-Perú.
 Identificación muestra :Bloques de concreto patron

Expediente N° :T-73-11-21
 Fecha de ensayo :20/10/2021
 Fecha de emisión :26/11/2021

DIMENSIONAMIENTO ASTM C 140 / C140 M -21

N°	Dimensiones		Diseño patron Muestra 1	Diseño patron Muestra 2	Diseño patron Muestra 3
1	Largo	Cara superior (mm)	405	406	405
2	Largo	Cara inferior (mm)	406	405	404
3	Ancho	Lado 1 (mm)	160	159	159
4	Ancho	Lado 2 (mm)	161	161	161
5	Alto	Lado 1 (mm)	176	176	177
6	Alto	Lado 2 (mm)	177	176	176

N°	Dimensiones	Promedio (mm)	Dimension especificada (mm)	Desviación estandar V.D (%)	Variación dimensional (%)	Coefficiente de variación CV (%)
7	Largo	405.2	405	1.30	0.04	0.32
8	Ancho	160.2	160	2.06	0.10	1.29
9	Alto	176.7	176	1.72	0.38	0.97

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
 La muestra fue proporcionada por el cliente.



TECNICO DE LABORATORIO

 ADELA CHIPANA TAIPE
 TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



INFORME

Código M-FT-103

DIMENSIONAMIENTO

Versión 00

Fecha 02-09-2021

Páginas 2 de 4

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo
 Nombre del proyecto :Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido , Lima 2021"
 Ubicación del proyecto :Huachipa-Lima-Perú.
 Identificación muestra :Bloques de concreto 10% Poliestireno

Expediente N° :T-73-11-21
 Fecha de ensayo :20/10/2021
 Fecha de emisión :26/11/2021

DIMENSIONAMIENTO ASTM C 140 / C140 M -21

N°	Dimensiones		Diseño 10% P.E. Muestra 1	Diseño 10% P.E. Muestra 2	Diseño 10% P.E. Muestra 3
1	Largo	Cara superior (mm)	406	404	406
2	Largo	Cara inferior (mm)	405	405	405
3	Ancho	Lado 1 (mm)	160	161	160
4	Ancho	Lado 2 (mm)	160	160	160
5	Alto	Lado 1 (mm)	177	176	177
6	Alto	Lado 2 (mm)	176	176	176

N°	Dimensiones	Promedio (mm)	Dimension especificada (mm)	Desviación estandar V.D (%)	Variación dimensional (%)	Coefficiente de variación CV (%)
7	Largo	405.2	405	1.68	0.04	0.41
8	Ancho	160.2	160	0.90	0.10	0.56
9	Alto	176.3	176	1.11	0.19	0.63



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
 La muestra fue proporcionada por el cliente.

TECNICO DE LABORATORIO

 ADELA CHIPANA TAIPE
 TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84266



INFORME

Código M-FT-103

DIMENSIONAMIENTO

Versión 00

Fecha 02-09-2021

Páginas 3 de 4

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo
 Nombre del proyecto :Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido , Lima 2021"
 Ubicación del proyecto :Huachipa-Lima-Perú.
 Identificación muestra :Bloques de concreto 20% Poliestireno

Expediente N° :T-73-11-21
 Fecha de ensayo :20/10/2021
 Fecha de emisión :26/11/2021

DIMENSIONAMIENTO ASTM C 140 / C140 M -21

N°	Dimensiones		Diseño 20% P.E. Muestra 1	Diseño 20% P.E. Muestra 2	Diseño 20% P.E. Muestra 3
1	Largo	Cara superior (mm)	405	406	405
2	Largo	Cara inferior (mm)	406	405	405
3	Ancho	Lado 1 (mm)	160	160	160
4	Ancho	Lado 2 (mm)	159	161	160
5	Alto	Lado 1 (mm)	176	177	177
6	Alto	Lado 2 (mm)	177	176	177

N°	Dimensiones	Promedio (mm)	Dimension especificada (mm)	Desviación estandar V.D (%)	Variación dimensional (%)	Coefficiente de variación CV (%)
7	Largo	405.3	405	1.11	0.08	0.27
8	Ancho	160.0	160	1.41	0.00	0.88
9	Alto	176.7	176	1.11	0.38	0.63



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
 La muestra fue proporcionada por el cliente.

TECNICO DE LABORATORIO

[Signature]

AUCILA CHIPANA TAJPE
 TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

[Signature]

OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

[Signature]

JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84288



INFORME

Código M-FT-103

Versión 00

DIMENSIONAMIENTO

Fecha 02-09-2021

Páginas 4 de 4

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo
Nombre del proyecto :Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"
Ubicación del proyecto :Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra :Bloques de concreto 30% Poliestireno

Expediente N° :T-73-11-21
Fecha de ensayo :20/10/2021
Fecha de emisión :26/11/2021

DIMENSIONAMIENTO ASTM C 140 / C140 M -21

N°	Dimensiones		Diseño 30% P.E. Muestra 1	Diseño 30% P.E. Muestra 2	Diseño 30% P.E. Muestra 3		
1	Largo	Cara superior (mm)	406	405	405		
2	Largo	Cara inferior (mm)	405	406	405		
3	Ancho	Lado 1 (mm)	161	161	160		
4	Ancho	Lado 2 (mm)	161	161	161		
5	Alto	Lado 1 (mm)	176	177	176		
6	Alto	Lado 2 (mm)	176	177	176		

N°	Dimensiones	Promedio (mm)	Dimension especificada (mm)	Desviación estandar V.D (%)	Variación dimensional (%)	Coficiente de variación CV (%)
7	Largo	405.3	405	1.11	0.08	0.27
8	Ancho	160.8	160	0.90	0.52	0.56
9	Alto	176.3	176	1.11	0.19	0.63



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados. La muestra fue proporcionada por el cliente.

TECNICO DE LABORATORIO


ADELA CHIPANA TAIFE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO


OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. de CIP N° 84286



INFORME ENSAYO DE COMPRESION EN UNIDADES EN BLOQUES CONCRETO	Código	M-FT-104
	Versión	00
	Fecha	02-09-2021
	Páginas	1 de 1

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo
 Nombre del proyecto :Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021
 Expediente N° :T-73-12-21
 Fecha de ensayo :20/10/2021
 Fecha de emisión :26/11/2021
 Ubicación del proyecto :Huachipa-Lima-Perú.
 Identificación muestra :Bloques de concreto

ENSAYO COMPRESION EN BLOQUES DE CONCRETO ASTM C 140 /C140M -21

IDENTIFICACION	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	VOLUMEN	AREA BRUTA (mm ²)	AREA NETA (mm ²)	CARGA (N)	f _b ESFUERZO AREA BRUTA (Mpa)	f _b ESFUERZO AREA NETA (Mpa)
Patron	430	150	370	4068.0	64500.0	109.9	252593.1	3.9	2297
	430	150	370	4068.0	64500.0	109.9	248245.1	3.8	2258
	430	150	370	4068.0	64500.0	109.9	256941.2	4.0	2337
10%	430	150	370	4068.0	64500.0	109.9	273480.4	4.2	2487
	430	150	370	4068.0	64500.0	109.9	269053.9	4.2	2447
	430	150	370	4068.0	64500.0	109.9	264627.5	4.1	2407
20%	430	150	370	4068.0	64500.0	109.9	284215.7	4.4	2585
	430	150	370	4068.0	64500.0	109.9	287029.4	4.5	2611
	430	150	370	4068.0	64500.0	109.9	289843.1	4.5	2636
30%	430	150	370	4068.0	64500.0	109.9	302403.1	4.7	2750
	430	150	370	4068.0	64500.0	109.9	311624.5	4.8	2834
	430	150	370	4068.0	64500.0	109.9	320647.1	5.0	2916

Nota: Volumen promedio de las muestras

Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de pie de rey N°CPR-005-2020
 Certificado de calibración balanza N°CPR-008-2021
 Certificado de calibración N° Prensa CAC-011-2021- Celda de carga tipo S

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
 La muestra fue proporcionada por el cliente.



TECNICO DE LABORATORIO

 ADELA CHIPANA TAIPE
 TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJÁ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



INFORME

ENSAYO DE COMPRESION PILAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA

Código	M-FT-90
Versión	00
Fecha	2-09-2021
Páginas	1 de 1

Solicitante : Gustavo De la Cruz Reynaldo
 Nombre del proyecto : "Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"
 Ubicación del proyecto : Huachipa-Lima-Perú.
 Identificación muestra : Bloques de concreto

Expediente N° : T-73-12-21
 Fecha de ensayo : 20/10/2021
 Fecha de emisión : 3/11/2021

ENSAYO DE PILAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA

Identificación	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Esbeltes	Factor esbeltes E 0.70	Area bruta (mm ²)	Carga (N)	Carga kg	f _m (Mpa)	f _m (kg/cm ²)
Diseño patron M-1	405	160	370	2.3	0.77	64800	710755	72497	8.45	86.1
Diseño patron M-2	405	160	371	2.3	0.77	64800	694059	70794	8.27	84.3
Diseño patron M-3	404	158	371	2.3	0.77	63832	700931	71495	8.48	86.5
Diseño 10% PE M-1	405	158	370	2.3	0.77	63990	715098	72940	8.63	88.0
Diseño 10% PE M-2	405	159	370	2.3	0.77	64395	713824	72810	8.56	87.3
Diseño 10% PE M-3	405	159	370	2.3	0.77	64395	713392	72766	8.55	87.2
Diseño 20% PE M-1	405	159	371	2.3	0.77	64395	721745	73618	8.65	88.3
Diseño 20% PE M-2	405	159	371	2.3	0.77	64395	724951	73945	8.69	88.6
Diseño 20% PE M-3	404	159	370	2.3	0.77	64236	721353	73578	8.67	88.4
Diseño 30% PE M-1	405	159	370	2.3	0.77	64395	745716	76063	8.94	91.2
Diseño 30% PE M-2	405	159	371	2.3	0.77	64395	736961	75170	8.84	90.1
Diseño 30% PE M-3	405	159	370	2.3	0.77	64395	747451	76240	8.96	91.4

Nota: PE= Poliestireno expandido.

f_m = Esfuerzo de compresión, MPa
 1N = 0,102 kg
 1MPa = 10,2 kg/cm²

Las muestras fueron proporcionadas por el cliente.

Certificados de calibración de equipos
 Certificado de calibración de pie de rey N°CPR-005-2020
 Certificado de calibración N° Prensa CMC -024-2021

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
 La muestra fue proporcionada por el cliente



TECNICO DE LABORATORIO

[Signature]

ADELA CHIPANA TAÍPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

[Signature]

OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

[Signature]

JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPALA
INGENIERO CIVIL
Reg. de CIP N° 84286

**INFORME**

Código M-FT-89

ENSAYO DE SUCCION

Versión 00

Fecha 02-09-2021

Páginas 1 de 1

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo
Nombre del proyecto : "Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"
Ubicación del proyecto :Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra :Bloques de concreto

Expediente N° :T-73-13-21
Fecha de ensayo :20/10/2021
Fecha de emisión :11/11/2021

ENSAYO DE SUCCION ASTM C 67 / C67 M -21

N°	Identificación	Peso húmedo	Peso seco	% succión	Succión (g/200 cm ² /min)
1	Diseño patron M-1	12709.8	12486.9	1.8	19.5
2	Diseño patron M-2	12678.3	12484.9	1.5	17.0
3	Diseño patron M-3	12713.6	12457.7	2.1	22.5
4	Diseño 10% poliestireno M-1	12499.9	12367.9	1.1	11.7
5	Diseño 10% poliestireno M-2	12568.8	12395.1	1.4	15.3
6	Diseño 10% poliestireno M-3	12612.1	12374.2	1.9	21.1
7	Diseño 20% poliestireno M-1	12567.1	12397.4	1.4	15.0
8	Diseño 20% poliestireno M-2	12612.8	12479.9	1.1	11.7
9	Diseño 20% poliestireno M-3	12409.5	12289.1	1.0	10.7
10	Diseño 30% poliestireno M-1	12190.9	12123.1	0.6	6.1
11	Diseño 30% poliestireno M-2	12390.8	12299.8	0.7	8.1
12	Diseño 30% poliestireno M-3	12299.8	12189.1	0.9	9.9

Certificados de calibración de equipos

Certificados de calibración de balanza N° CCB 006-2021
Certificado de calibración de horno N° CMI 006-2020

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
La muestra fue proporcionada por el cliente.

**TECNICO DE LABORATORIO**

Adela Chipana Taipe
ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO


JEFE DE LABORATORIO

Ulises Medina Abanto
ULISES MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

Jorge Francisco Ramirez Japa
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPA
INGENIERO CIVIL
Reg. de CIP N° 64286

MASTERLEM SAC RUC 20506076235 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú
web: www.masterlem.com.pe email: servicios@masterlem.com.pe wassap: 950 270 955 - 01 5407661

	INFORME	Código	M-FT-106
	ENSAYO ALABEO	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	1 de 4

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo
Nombre del proyecto : "Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"
Expediente N° :T-73-14-21
Fecha de ensayo :20/10/2021
Fecha de emisión :26/11/2021

Ubicación del proyecto :Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra :Bloques de concreto patron

ALABEO ASTM C 67 / C67 M -21

N°	Muestras	Cara A		Cara B		Alabeo	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	Patron Muestra 1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
2	Patron Muestra 2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
3	Patron Muestra 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	Patron Muestra 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	Patron Muestra 5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
6	Patron Muestra 6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
7	Patron Muestra 7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
8	Patron Muestra 8	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
9	Patron Muestra 9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	Patron Muestra 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Promedio (mm)						0.00	0.1



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
La muestra fue proporcionada por el cliente.

TECNICO DE LABORATORIO


.....
AVELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO


.....
OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD


.....
JÓRGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. de CIP N° 84286



INFORME

Código

M-FT-106

ENSAYO ALABEO

Versión

00

Fecha

02-09-2021

Páginas

2 de 4

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo
Nombre del proyecto : "Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido , Lima 2021"
Ubicación del proyecto :Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra :Bloques de concreto 10% Poliestireno

Expediente N° :T-73-14-21
Fecha de ensayo :20/10/2021
Fecha de emisión :26/11/2021

ALABEO ASTM C 67 / C67 M -21

N°	Muestras	Cara A	Cara A	Cara B	Cara B	Alabeo	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	10% Poliestileno Muestra 1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
2	10% Poliestileno Muestra 2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
3	10% Poliestileno Muestra 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	10% Poliestileno Muestra 4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
5	10% Poliestileno Muestra 5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	10% Poliestileno Muestra 6	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
7	10% Poliestileno Muestra 7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
8	10% Poliestileno Muestra 8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	10% Poliestileno Muestra 9	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
10	10% Poliestileno Muestra 10	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
Promedio (mm)						0.0	0.1

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
La muestra fue proporcionada por el cliente.



TECNICO DE LABORATORIO

Adela Chipana Taipe
ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

Omar Medina Abanto
OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

Jorge Francisco Ramirez Japaja
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. de CIP N° 84286



INFORME

Código

M-FT-106

ENSAYO ALABEO

Versión

00

Fecha

02-09-2021

Páginas

3 de 4

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo
Nombre del proyecto : "Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"
Ubicación del proyecto :Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra :Bloques de concreto 20% Poliestireno

Expediente N° :T-73-14-21
Fecha de ensayo :20/10/2021
Fecha de emisión :26/11/2021

ALABEO ASTM C 67 / C67 M -21

N°	Muestras	Cara A	Cara A	Cara B	Cara B	Alabeo	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	20% Poliestireno Muestra 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	20% Poliestireno Muestra 2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
3	20% Poliestireno Muestra 3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2
4	20% Poliestireno Muestra 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	20% Poliestireno Muestra 5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
6	20% Poliestireno Muestra 6	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
7	20% Poliestireno Muestra 7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	20% Poliestireno Muestra 8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
9	20% Poliestireno Muestra 9	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
10	20% Poliestireno Muestra 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Promedio (mm)						0.0	0.1

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
La muestra fue proporcionada por el cliente.



TECNICO DE LABORATORIO

Adela Chipana Taipe
ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

Omar Medina Abanto
OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

Jorge Francisco Ramirez Japaja
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. de CIP N° 34288



INFORME

Código

M-FT-106

ENSAYO ALABEO

Versión

00

Fecha

02-09-2021

Páginas

4 de 4

Solicitante :Gustavo De la Cruz Reynaldo
Nombre del proyecto : "Evaluación de las propiedades de unidades de albañilería de concreto con poliestireno expandido, Lima 2021"

Expediente N° :T-73-14-21
Fecha de ensayo :20/10/2021
Fecha de emisión :26/11/2021

Ubicación del proyecto :Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra :Bloques de concreto 30% Poliestireno

ALABEO ASTM C 67 / C67 M -21

N°	Muestras	Cara A		Cara B		Alabeo	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	30% Poliestireno Muestra 1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2
2	30% Poliestireno Muestra 2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
3	30% Poliestireno Muestra 3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
4	30% Poliestireno Muestra 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	30% Poliestireno Muestra 5	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2
6	30% Poliestireno Muestra 6	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
7	30% Poliestireno Muestra 7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
8	30% Poliestireno Muestra 8	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
9	30% Poliestireno Muestra 9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
10	30% Poliestireno Muestra 10	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2
Promedio (mm)						0.0	0.1

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
La muestra fue proporcionada por el cliente.



TECNICO DE LABORATORIO

ADELA CHIPANA TAPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

OMAR MEDINA BANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. de OIP N° 84286

Anexo N° 04: certificados de calibración

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-007-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : MASTERLEM SAC. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Huachipa - Lima
Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático
Marca : AND
Número de serie : T0323224 Tipo : Electrónica
Clase : II Procedencia : Japón
Código : No Indica. Modelo : GF-8000
Capacidad máxima : 8100 g
División de escala (d) : 0,1 g
División de verificación (e) : 0,1 g
Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.0 °C / 60%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.1 °C / 60%
Patrones de referencia : Trazabilidad METROIL, 01 juego de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 - 500 g con certificado de calibración N° M-0306-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calibración N° M-0293-2021, M-0294-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° M-0295-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calibración N° M-0292-2021.
Número de páginas : 3
Fecha de calibración : 2021-03-23

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

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-03-24	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final
	26.0	26.0

H. R. (%)	Inicial	Final
	60	60

Medición N°	Carga L1 = 4000,0 g			Carga L2 = 8100,0 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18
2	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18
3	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18
4	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18
5	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18
6	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18
7	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18
8	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18
9	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18
10	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18

$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

g	2	1	3
	5	4	

Posición de las cargas

T. (°C)	Inicial	Final
	26.0	26.1

H. R. (%)	Inicial	Final
	60	60

Posición de carga	carga en cero* (g)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1.0	1.0	0.03	0.02	2500.0	2500.0	0.05	0.00	-0.02
2	1.0	1.0	0.03	0.02	2500.0	2500.0	0.05	0.00	-0.02
3	1.0	1.0	0.03	0.02	2500.0	2500.0	0.05	0.00	-0.02
4	1.0	1.0	0.03	0.02	2500.0	2500.0	0.05	0.00	-0.02
5	1.0	1.0	0.03	0.02	2500.0	2500.1	0.05	0.10	0.08

* valor entre 0 y 10e

$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$

$E_c = E - E_o$



ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final
	26.1	26.1

H. R. (%)	Inicial	Final
	60	60

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1.0	1.0	0.03	0.02	(*)					
50.0	50.0	0.04	0.01	-0.01	50.0	0.04	0.01	-0.01	0.1
100.0	100.0	0.04	0.01	-0.01	100.0	0.04	0.01	-0.01	0.1
200.0	200.0	0.04	0.01	-0.01	200.0	0.04	0.01	-0.01	0.1
500.0	500.0	0.04	0.01	-0.01	500.0	0.04	0.01	-0.01	0.1
1000.0	1000.0	0.05	0.00	-0.02	1000.0	0.05	0.00	-0.02	0.2
1500.0	1500.0	0.05	0.00	-0.02	1500.0	0.05	0.00	-0.02	0.2
2000.0	2000.0	0.05	0.00	-0.02	2000.0	0.05	0.00	-0.02	0.2
3000.0	3000.0	0.05	0.00	-0.02	3000.0	0.05	0.00	-0.02	0.3
5000.0	5000.0	0.06	-0.01	-0.03	5000.1	0.06	0.09	0.07	0.3
8100.0	8100.2	0.07	0.18	0.16	8100.2	0.07	0.18	0.16	0.3

(*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

E.M.P.* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN $U = 0,00016g + (0,0000023)I$

I = Indicación de la balanza
Eo = Error en cero

E = Error de la balanza
Ec = Error corregido

Incertidumbre

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

Notas

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



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-008-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : MASTERLEM SAC. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Huachipa - Lima
Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático
Marca : OHAUS Procedencia : CHINA
Número de serie : 8033325240 Clase : III
Modelo : EB30 Tipo : Digital
Capacidad máxima : 30 kg
División de escala (d) : 1 g
División de verificación (e) : 10 g
Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII - PC 001 - Indecopi - tercera edición
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.0 °C / 60%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.0 °C / 60%
Patrones de referencia : Trazabilidad METROIL, 01 juego de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 - 500 g con certificado de calibración N° M-0306-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calibración N° M-0293-2021, M-0294-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° M-0295-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calibración N° M-0292-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 10 kg con certificados de calibración N° M-0296-2021 y M-0297-2021.
Número de páginas : 3
Fecha de calibración : 2021-03-23

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

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-03-24	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final
	26.0	26.0

H. R. (%)	Inicial	Final
	60	60

Medición N°	Carga L1 = 15000 g			Carga L2 = 30000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	0.4	4.6	30000	0.5	4.5
2	15000	0.4	4.6	30000	0.5	4.5
3	15000	0.4	4.6	30000	0.5	4.5
4	15000	0.4	4.6	30000	0.5	4.5
5	15000	0.4	4.6	30000	0.5	4.5
6	15000	0.4	4.6	30000	0.5	4.5
7	15000	0.4	4.6	30000	0.5	4.5
8	15000	0.4	4.6	30000	0.5	4.5
9	15000	0.4	4.6	30000	0.5	4.5
10	15000	0.4	4.6	30000	0.5	4.5

$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

3	1	4
2	5	

Posición de las cargas

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	26	26.0		60	60

Posición de carga	carga en cero* (g)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	100	100	0.3	4.7	10000	10000	0.4	4.6	-0.1
2	100	100	0.3	4.7	10000	10000	0.4	4.6	-0.1
3	100	100	0.3	4.7	10000	10000	0.4	4.6	-0.1
4	100	100	0.3	4.7	10000	10001	0.4	5.6	0.9
5	100	100	0.3	4.7	10000	10001	0.4	5.6	0.9

* valor entre 0 y 10e

$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$

$E_c = E - E_o$



ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final		Inicial	Final
	26	26		60	60

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
100	100	0.1	4.9	(*)					
200	200	0.2	4.8	4.7	200	0.2	4.8	-0.1	10
500	500	0.2	4.8	4.7	500	0.3	4.7	-0.2	10
1000	1000	0.2	4.8	4.7	1000	0.2	4.8	-0.1	10
2000	2000	0.3	4.7	4.6	2000	0.3	4.7	-0.2	10
5000	5000	0.3	4.7	4.6	5000	0.4	4.6	-0.3	10
10000	10000	0.4	4.6	4.5	10000	0.4	4.6	-0.3	20
15000	15000	0.4	4.6	4.5	15000	0.4	4.6	-0.3	20
20000	20000	0.4	4.6	4.5	20000	0.4	4.6	-0.3	20
25000	25000	0.5	4.5	4.4	25000	0.5	4.5	-0.4	30
30000	30000	0.5	4.5	4.4	30000	0.5	4.5	-0.4	30

(*) Carga para determinar Eo

$$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

E.M.P.* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0.0020g + (0.0000038)l$
------------------------------	------------------------------

l = Indicación de la balanza
Eo = Error en cero

E = Error de la balanza
Ec = Error corregido

Incertidumbre

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

Notas

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



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-021-2020**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.

Atención : MASTERLEM S.A.C.

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.

Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Número de serie : 07256787

Código de identificación : No indica

Abertura de Tamiz : 25,000 mm (1")

Procedencia : USA

Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18.1 °C / 72%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18.1 °C / 72%

Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A. N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa JIS B7450

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2020-07-30

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

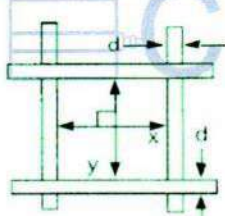
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2020-08-04	 Vladimir Tello Torre <small>TECNICO DE LABORATORIO</small>	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO <small>INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945</small>

RESULTADOS DE MEDICIÓN

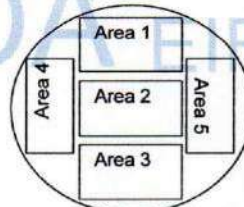
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO EJE X (mm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE X (mm)	ABERTURA PROMEDIO EJE Y (mm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE Y (mm)	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO (mm)
					MÍNIMO	MÁXIMO	
					(mm)	(mm)	
1	25.039	0.002	25.074	0.002	24.200	25.800	26.400
2	24.978	0.002	25.067	0.002	24.200	25.800	26.400
3	25.056	0.002	25.103	0.002	24.200	25.800	26.400
4	25.101	0.002	25.082	0.002	24.200	25.800	26.400
5	25.002	0.002	25.103	0.002	24.200	25.800	26.400

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 25,000 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE X (mm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE X (mm)	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE Y (mm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE Y (mm)	ERROR PERMISIBLE	
					MÍNIMO	MÁXIMO
					(mm)	(mm)
1	3.763	0.002	3.765	0.002	3.018	4.080
2	3.773	0.002	3.755	0.002	3.018	4.080
3	3.751	0.002	3.752	0.002	3.018	4.080
4	3.761	0.002	3.763	0.002	3.018	4.080
5	3.755	0.002	3.759	0.002	3.018	4.080



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-021-2020

Página 2 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-022-2020**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 08426897
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 19,000 mm (3/4")
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18.1 °C / 72%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18.1 °C / 72%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2020-07-30

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

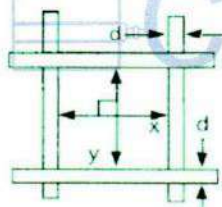
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2020-08-04	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMENO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

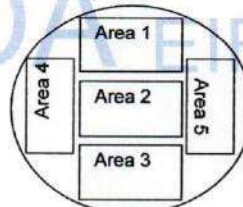
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO EJE X (mm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE X (mm)	ABERTURA PROMEDIO EJE Y (mm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE Y (mm)	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO (mm)
					MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	18.878	0.002	19.026	0.002	18.400	19.600	20.100
2	19.017	0.002	18.879	0.002	18.400	19.600	20.100
3	19.050	0.002	19.069	0.002	18.400	19.600	20.100
4	18.901	0.002	19.180	0.002	18.400	19.600	20.100
5	19.005	0.002	18.887	0.002	18.400	19.600	20.100

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 19,000 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE X (mm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE X (mm)	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE Y (mm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE Y (mm)	ERROR PERMISIBLE	
					MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	3.443	0.002	3.453	0.002	2.678	3.623
2	3.440	0.002	3.450	0.002	2.678	3.623
3	3.436	0.002	3.445	0.002	2.678	3.623
4	3.440	0.002	3.456	0.002	2.678	3.623
5	3.445	0.002	3.451	0.002	2.678	3.623



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-023-2020**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 11445529
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 12,500 mm (1/2")
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18,2 °C / 72%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18,2 °C / 72%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2020-07-30

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

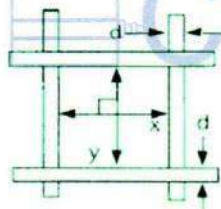
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2020-08-04	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

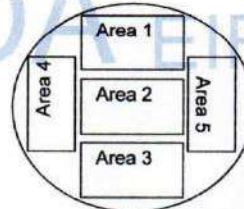
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	PROMEDIO EJE X (mm)	ABERTURA EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	ABERTURA EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	12.444	0.002	12.430	0.002	12.110	12.890	13.310
2	12.448	0.002	12.442	0.002	12.110	12.890	13.310
3	12.444	0.002	12.452	0.002	12.110	12.890	13.310
4	12.441	0.002	12.451	0.002	12.110	12.890	13.310
5	12.440	0.002	12.438	0.002	12.110	12.890	13.310

Valor estándar según norma ASTM E 11 - 04 = 12,500 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X (mm)	DIAMETRO EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	DIAMETRO EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	2.688	0.002	2.698	0.002	2.125	2.875
2	2.697	0.002	2.701	0.002	2.125	2.875
3	2.688	0.002	2.680	0.002	2.125	2.875
4	2.705	0.002	2.687	0.002	2.125	2.875
5	2.710	0.002	2.692	0.002	2.125	2.875



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-023-2020

Página 2 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-024-2020**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 11115291
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 9,500 mm (3/8")
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18,2 °C / 72%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18,2 °C / 72%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2020-07-30

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

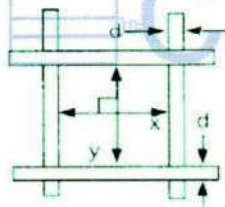
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2020-08-04	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

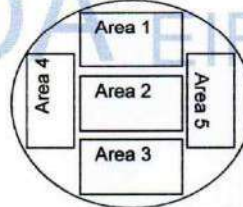
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	PROMEDIO EJE X (mm)	ABERTURA EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	ABERTURA EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	9.502	0.002	9.555	0.002	9.200	9.800	10.160
2	9.499	0.002	9.556	0.002	9.200	9.800	10.160
3	9.523	0.002	9.573	0.002	9.200	9.800	10.160
4	9.503	0.002	9.521	0.002	9.200	9.800	10.160
5	9.505	0.002	9.502	0.002	9.200	9.800	10.160

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 9,500 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X (mm)	DIAMETRO EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	DIAMETRO EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	2.346	0.002	2.318	0.002	1.904	2.576
2	2.340	0.002	2.323	0.002	1.904	2.576
3	2.347	0.002	2.326	0.002	1.904	2.576
4	2.336	0.002	2.323	0.002	1.904	2.576
5	2.341	0.002	2.321	0.002	1.904	2.576



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-024-2020

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-026-2020**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
Marca : W.S. TYLER
Número de serie : 9753340
Código de identificación : No Indica.
Abertura de Tamiz : 4,750 mm (N°4)
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18,2 °C / 74%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18,2 °C / 74%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2020-07-30

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

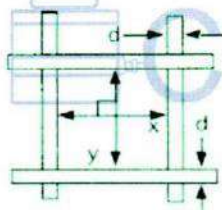
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2020-08-04	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

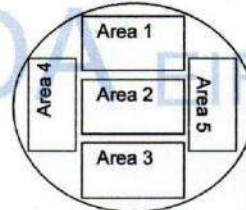
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	PROMEDIO EJE X (mm)	ABERTURA EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	ABERTURA EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	4.754	0.002	4.761	0.002	4.600	4.900	5.140
2	4.748	0.002	4.770	0.002	4.600	4.900	5.140
3	4.756	0.002	4.773	0.002	4.600	4.900	5.140
4	4.749	0.002	4.770	0.002	4.600	4.900	5.140
5	4.766	0.002	4.780	0.002	4.600	4.900	5.140

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 4.750 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X (mm)	DIAMETRO EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	DIAMETRO EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	1.592	0.002	1.597	0.002	1.360	1.840
2	1.600	0.002	1.581	0.002	1.360	1.840
3	1.594	0.002	1.593	0.002	1.360	1.840
4	1.600	0.002	1.596	0.002	1.360	1.840
5	1.596	0.002	1.592	0.002	1.360	1.840



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.

CCT-026-2020



Página 2 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-027-2020**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
 Atención : MASTERLEM S.A.C.
 Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
 Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro
 Marca : W.S. TYLER
 Número de serie : 98280346
 Código de identificación : No indica
 Abertura de Tamiz : 2,360 mm (Nº 8)
 Procedencia : USA
 Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL Nº PCT-C-002-2009
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18,2 °C / 74%
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18,2 °C / 74%
 Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
 utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con Nº de serie
 16973, certificado Nº LLA-057-2020 y patrón de Nº de serie 16369, con
 certificado Nº LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
 Nº F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
 JIS B7450
 Numero de paginas : 2
 Fecha de calibración : 2020-07-30

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

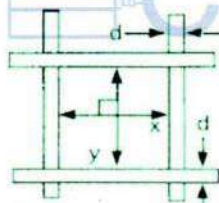
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2020-08-04	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. Nº 20945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

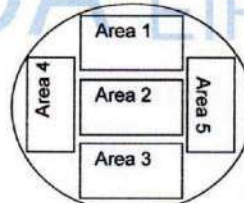
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO EJE X (mm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE X (mm)	ABERTURA PROMEDIO EJE Y (mm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE Y (mm)	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO (mm)
					MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	2.363	0.002	2.344	0.002	2.280	2.440	2.600
2	2.363	0.002	2.347	0.002	2.280	2.440	2.600
3	2.356	0.002	2.340	0.002	2.280	2.440	2.600
4	2.362	0.002	2.356	0.002	2.280	2.440	2.600
5	2.362	0.002	2.349	0.002	2.280	2.440	2.600

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 2,360 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE X (mm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE X (mm)	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE Y (mm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE Y (mm)	ERROR PERMISIBLE	
					MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	0.964	0.002	1.085	0.002	0.850	1.150
2	0.962	0.002	1.079	0.002	0.850	1.150
3	0.967	0.002	1.090	0.002	0.850	1.150
4	0.964	0.002	1.078	0.002	0.850	1.150
5	0.965	0.002	1.080	0.002	0.850	1.150



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-027-2020

Página 2 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-028-2020**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 08436793
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 1,180 mm (N° 16)
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18,2 °C / 74%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18,2 °C / 74%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450
Numero de paginas : 2
Fecha de calibración : 2020-07-30

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

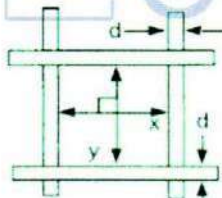
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2020-08-04	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

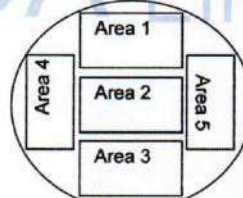
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO (mm)
	PROMEDIO EJE X (mm)	ABERTURA EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	ABERTURA EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	1.182	0.002	1.178	0.002	1.135	1.225	1.330
2	1.182	0.002	1.182	0.002	1.135	1.225	1.330
3	1.186	0.002	1.182	0.002	1.135	1.225	1.330
4	1.184	0.002	1.182	0.002	1.135	1.225	1.330
5	1.181	0.002	1.174	0.002	1.135	1.225	1.330

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 1,180 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		
	PROMEDIO EJE X (mm)	DIAMETRO EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	DIAMETRO EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	0.630	0.002	0.599	0.002	0.536	0.725	
2	0.634	0.002	0.600	0.002	0.536	0.725	
3	0.634	0.002	0.600	0.002	0.536	0.725	
4	0.629	0.002	0.595	0.002	0.536	0.725	
5	0.632	0.002	0.590	0.002	0.536	0.725	



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-028-2020

Página 2 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-029-2020**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.

Atención : MASTERLEM S.A.C.

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.

Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Número de serie : 08209513

Código de identificación : No indica

Abertura de Tamiz : 600 µm (N° 30)

Procedencia : USA

Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18,4 °C / 72%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18,4 °C / 72%

Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A. N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa JIS B7450

Numero de paginas : 2

Fecha de calibración : 2020-07-31

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

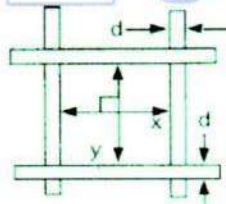
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2020-08-04	 Vladimir Tello Torre <small>TÉCNICO DE LABORATORIO</small>	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

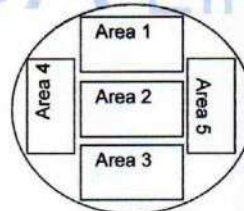
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO EJE X	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE X	ABERTURA PROMEDIO EJE Y	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE Y	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)	MÍNIMO (μm)	MÁXIMO (μm)	
1	614	2	605	2	575	625	695
2	611	2	585	2	575	625	695
3	607	2	592	2	575	625	695
4	615	2	603	2	575	625	695
5	623	2	593	2	575	625	695

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 600 μm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE X	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE X	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE Y	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE Y	ERROR PERMISIBLE	
	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)	MÍNIMO (μm)	MÁXIMO (μm)
1	385	2	406	2	340	460
2	385	2	408	2	340	460
3	386	2	407	2	340	460
4	383	2	406	2	340	460
5	386	2	406	2	340	460



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



OCT-029-2020

Página 2 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-030-2020**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.

Atención : MASTERLEM S.A.C.

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.

Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Número de serie : 08436726

Código de identificación : No indica

Abertura de Tamiz : 300 µm (N° 50)

Procedencia : USA

Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18,4 °C / 72%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18,4 °C / 72%

Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A. N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa JIS B7450

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2020-07-31

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

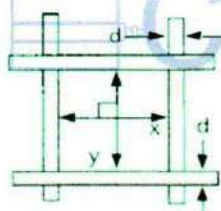
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2020-08-04	 Vladimir Tello Torre <small>TÉCNICO DE LABORATORIO</small>	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMENO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 83925

RESULTADOS DE MEDICIÓN

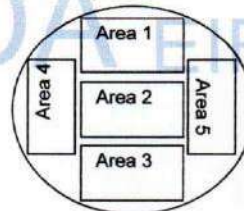
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO EJE X (μm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE X (μm)	ABERTURA PROMEDIO EJE Y (μm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE Y (μm)	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO (μm)
					MÍNIMO	MÁXIMO	
					(μm)	(μm)	
1	303	2	305	2	286	314	363
2	304	2	300	2	286	314	363
3	304	2	303	2	286	314	363
4	303	2	305	2	286	314	363
5	303	2	301	2	286	314	363

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 300 μm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE X (μm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE X (μm)	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE Y (μm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE Y (μm)	ERROR PERMISIBLE	
					MÍNIMO	MÁXIMO
					(μm)	(μm)
1	194	2	185	2	170	230
2	195	2	191	2	170	230
3	196	2	187	2	170	230
4	197	2	183	2	170	230
5	197	2	187	2	170	230



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-030-2020

Página 2 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-031-2020**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Luriganchos Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 08146578
Código de identificación : No Indica.
Abertura de Tamiz : 150 µm (N° 100)
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18,4 °C / 72%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18,4 °C / 72%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
 utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
 certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
 N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
 JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2020-07-31

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

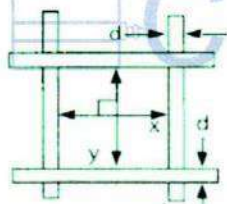
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2020-08-04	 Vladimir Tello Torre <small>TÉCNICO DE LABORATORIO</small>	 JOSEPH ARNALDO RUJICHE ORMAZO <small>INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89845</small>

RESULTADOS DE MEDICIÓN

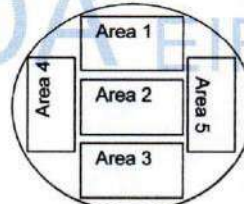
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO EJE X (μm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE X (μm)	ABERTURA PROMEDIO EJE Y (μm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE Y (μm)	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO (μm)
					MÍNIMO (μm)	MÁXIMO (μm)	
1	153	2	152	2	142	158	192
2	152	2	151	2	142	158	192
3	153	2	151	2	142	158	192
4	152	2	152	2	142	158	192
5	155	2	156	2	142	158	192

Valor estándar según norma ASTM E 11 - 04 = 150 μm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE X (μm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE X (μm)	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE Y (μm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE Y (μm)	ERROR PERMISIBLE	
					MÍNIMO (μm)	MÁXIMO (μm)
1	99	2	94	2	85	115
2	98	2	94	2	85	115
3	97	2	92	2	85	115
4	98	2	93	2	85	115
5	97	2	87	2	85	115



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-031-2020

Página 2 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMI-003-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : MASTERLEM SAC Av. Circunvalación s/n. Huachipa - Lima
Tipo de instrumento : Horno de secado para muestras
Marca : Despatch
N° de serie : 50197
Modelo : No Indica. Código : M-004
Alcance : 400 °F
División de Escala : 0.1 °C
Selector de temperatura : Digital
Procedencia : USA.
Método de calibración : Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático PC 018 - Indecopi: 2° Edición.
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19.8 °C / 75%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20.1 °C / 74%
Patrones de referencia : Patrón utilizado Thermometer mit PT-100, marca MBW Calibration AG, modelo T12, N° de serie 19-0728, certificado de calibración 3000MBW2019 con trazabilidad SWISS CALIBRATION.
Número de páginas : 4
Fecha de calibración : 2021-08-06

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

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-08-11	 Vladimiro Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 55945

CALIBRACIÓN PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Indicador (°C)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom. (°C)	T máx. - T mín. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110.0	108.2	114.1	113.1	108.0	107.0	108.7	114.5	112.2	108.6	113.9	110.8	7.5
2	110.0	105.4	109.0	109.4	105.1	105.2	105.7	110.2	109.0	105.4	109.8	107.4	5.1
4	110.0	108.0	113.4	113.2	107.5	106.4	108.3	113.5	112.0	107.9	113.1	110.3	7.1
6	110.0	106.3	111.8	112.1	106.0	105.1	106.9	113.5	112.2	106.5	113.4	109.4	8.4
8	110.0	107.4	111.2	111.5	107.0	106.1	107.1	112.8	110.9	106.9	111.6	109.3	6.7
10	110.0	106.9	113.7	113.9	106.7	106.1	108.0	113.9	111.8	107.8	113.7	110.3	7.8
12	110.0	106.5	109.6	109.6	106.1	105.6	106.1	111.9	110.8	105.9	109.5	108.2	6.3
14	110.0	107.7	114.9	114.3	107.5	106.5	109.0	113.3	112.7	109.0	114.8	111.0	8.4
16	110.0	105.7	108.3	109.3	105.1	105.1	105.9	113.8	112.2	105.2	114.7	108.5	9.6
18	110.0	108.1	114.9	114.6	107.8	107.0	109.2	111.9	110.6	108.9	109.2	110.2	7.9
20	110.0	105.4	108.9	109.4	105.1	105.2	105.9	113.1	112.6	105.2	113.9	108.5	8.8
22	110.0	107.8	114.5	113.7	107.5	106.3	108.4	110.6	110.7	107.7	111.6	109.9	8.2
24	110.0	105.8	111.4	111.1	105.6	105.2	106.5	110.6	111.7	105.9	112.2	108.6	7.0
26	110.0	107.6	112.8	112.5	107.2	106.2	107.7	113.4	113.8	107.4	112.6	110.1	7.6
28	110.0	106.4	112.2	113.0	106.0	105.6	107.0	111.5	111.9	106.8	109.8	109.0	7.4
30	110.0	106.6	109.4	110.1	106.0	105.4	106.0	112.9	112.6	105.9	114.8	109.0	9.4
32	110.0	107.5	114.6	114.5	107.1	106.3	108.6	110.7	110.0	108.2	108.2	109.6	8.3
34	110.0	105.4	108.7	109.2	105.1	105.1	105.8	113.8	112.1	105.4	114.1	108.5	9.0
36	110.0	107.9	114.8	114.6	107.8	107.6	109.1	110.6	110.2	108.8	108.9	110.0	7.2
38	110.0	105.2	109.6	109.5	105.2	105.3	105.9	113.8	112.3	105.6	113.7	108.6	8.6
40	110.0	107.9	114.5	114.2	107.8	107.6	108.6	111.1	109.6	108.4	110.3	110.0	6.9
42	110.0	105.6	109.8	110.3	105.4	105.8	106.0	113.6	112.4	105.6	112.2	108.7	8.2
44	110.0	107.5	113.2	112.4	107.3	107.1	107.8	113.4	112.1	107.3	112.6	110.1	6.3
46	110.0	106.4	113.0	112.9	106.3	105.5	107.3	111.6	110.3	106.8	109.8	109.0	7.5
48	110.0	106.5	110.3	110.3	105.3	105.5	106.3	113.0	112.3	105.8	114.0	108.9	8.7
50	110.0	107.3	114.6	114.2	107.7	107.5	108.5	111.0	109.8	108.2	108.1	109.7	7.3
52	110.0	105.5	109.2	109.1	105.2	105.5	106.0	113.6	112.6	105.4	114.6	108.7	9.4
54	110.0	108.0	114.7	114.6	107.7	107.4	108.9	110.9	110.1	108.4	109.0	110.0	7.3
56	110.0	105.1	109.8	109.4	105.2	105.3	106.0	114.2	113.2	105.4	114.1	108.8	9.1
58	110.0	107.9	114.5	113.7	107.1	107.6	108.7	110.6	110.6	108.1	110.4	109.9	7.4
60	110.0	105.4	110.2	109.9	105.2	105.4	106.4	112.3	111.9	105.3	112.2	108.4	7.1
T.PROM	110.0	106.7	112.0	111.9	106.4	106.1	107.3	112.4	111.5	106.9	112.0	109.3	
T.MAX	110.0	108.2	114.9	114.6	108.0	107.6	109.2	114.5	113.8	109.0	114.8		
T.MIN	110.0	105.1	108.3	109.1	105.1	105.1	105.7	110.2	109.0	105.2	108.1		
DTT	0.0	3.1	6.6	5.5	2.9	2.5	3.5	4.3	4.8	3.8	6.7		

Temperatura ambiental promedio : 19.8 °C

Tiempo de calibración del equipo : 60 minutos



PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.9	0.3
Mínima Temperatura Medida	105.1	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	6.7	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	6.3	0.3
Estabilidad Medida (±)	3.35	0.02
Uniformidad Medida	9.6	0.3

Para alcanzar el valor esperado de 110 °C ± 5 °C dentro de la cámara, el controlador fue marcado.

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

T.prom. : Promedio de las temperaturas 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

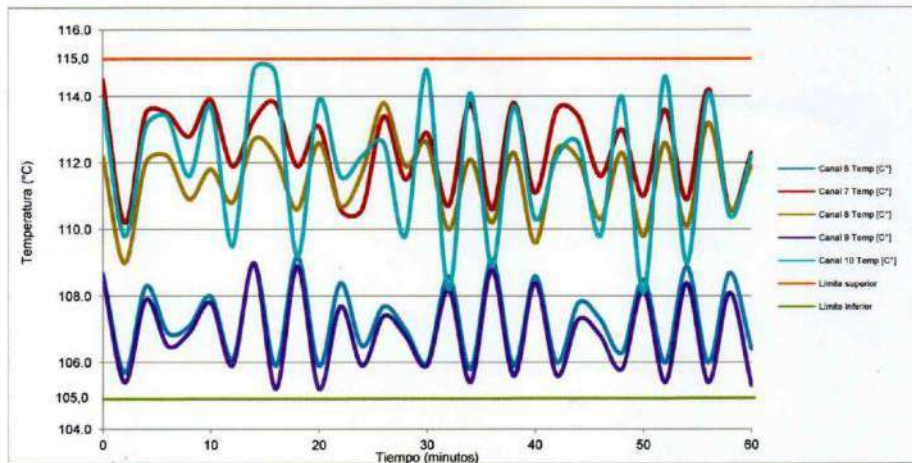
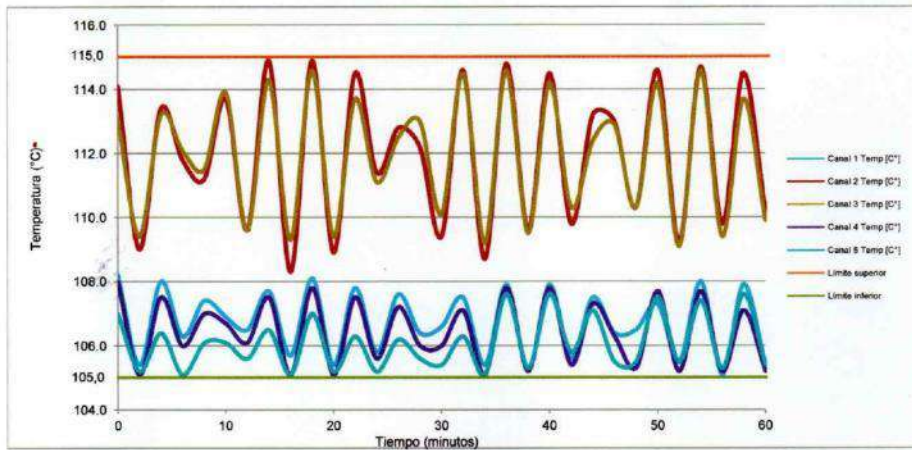
Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

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.



CELDA EIRL

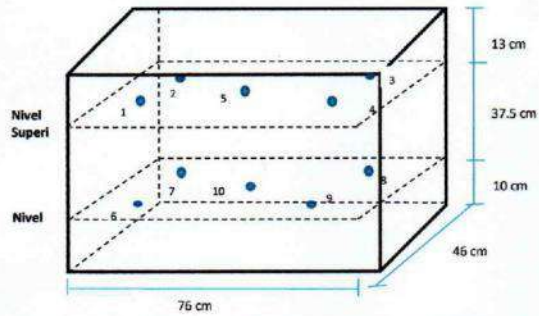
TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C ± 5 °C



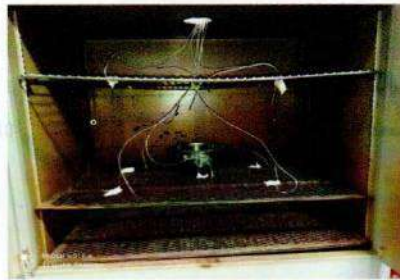
CMI-003-2021



Página 3 de 4

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA

Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parrillas.
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 18 cm de las paredes laterales.
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 10 cm del frente y fondo de la estufa.



CMI-003-2021

Página 4 de 4

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CPR-005-2020**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Tipo de instrumento : Pie de rey de indicación digital
Alcance de indicación : 0 mm a 450 mm
División de escala : 0,01 mm
Marca : INSIZE
Nº de serie : 0307151021
Modelo : 1106-451
Código : No Indica.
Procedencia : No Indica.
Método de calibración : Procedimiento de calibración de Pie de Rey (usando bloques)
PC 012 - Indecopi - segunda edición
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18,2 °C / 72%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18,2 °C / 72%
Patrones de referencia : Trazabilidad INACAL, patrones utilizados marca MITUTOYO, bloque de 1 mm con certificado Nº LLA - 489 - 2019, bloque de 2 mm con certificado Nº LLA - 486 - 2019, bloque de 2 mm con certificado Nº LLA - 488 - 2019, bloque de 5 mm con certificado Nº LLA - 487 - 2019, bloque de 10 mm con certificado Nº LLA - 485 - 2019, bloque 10 mm con certificado Nº LLA - 484 - 2019, bloque de 50 mm con certificado Nº LLA - 490 - 2019, bloque de 200 mm con certificado Nº LLA-496-2019.
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2020-07-30

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

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2020-08-04	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMAZO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. Nº 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL PIE DE REY			PROMEDIO (mm)	MAXIMO ERROR ABSOLUTO ENCONTRADO (μ m)
	EXTERIOR (mm)	EXTERIOR (mm)	EXTERIOR (mm)		
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0
5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	0
10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	0
20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	0
50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	0
100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0
150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	0
200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	0
300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	0
450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	0

Incertidumbre de Medición : $\pm 5 \mu$ m (para $k = 2$)

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-046-2021**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.

Atención : MASTERLEM S.A.C.

Lugar de Calibración : Masterlem SAC, Av. Circunvalación s/n. Lurigancho - Chosica - Lima

Tipo de equipo : Equipo para medir la resistencia a la compresión diagonal de muretes elaborados con unidades de albañilería.

Capacidad del equipo : 25,000 kgf.

División de escala : 1,0 kgf.

Marca : CELDA EIRL.

Modelo : MU1

Serie : 021

Código : No Indica.

Tipo de Dial : Digital Weight.

N° serie lector analógico : XH160061026 Modelo del Dial : X2

Procedencia : PERÚ.

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

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20.8°C / 68%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20.7°C / 70%

Patrón de referencia : Patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8517, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18 Metodo B, certificado de calibración reporte N° C-8517L1820 con Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology).

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2021-05-28

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

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-05-31	 Vladimir Tello Torre <small>TECNICO DE LABORATORIO</small>	 JOSÉ ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 55945

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CAC-011-2021**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : MASTERLEM SAC Av. Circunvalación s/n. Huachipa - Lima
Tipo de equipo : Celda de carga tipo S
Capacidad del equipo : 5000 kgf
División de escala : 0,5 kgf
Marca del equipo : ZEMIC
N° de serie : 5,01L2D009919
Modelo : H3-C3-5,0t-6B.
Tipo de indicador de carga : Digital OHAUS.
N° de serie indicador : 7131211997 Modelo : T32M.
Procedencia : China.
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 24,1°C / 55%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 24,1°C / 55%
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"
Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado HBM, C18/100 kN, N° de serie 00283TO0, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, método B, certificado de calibración reporte N° 822023841(ASRET)L1820
Numero de paginas : 2
Fecha de calibración : 2021-01-25

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

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-01-28	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMENO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

CAC-011-2021

Página 1 de 2

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión.

Indicación de fuerza de celda de carga tipo S		Indicación de fuerza en celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0.0	0.1
10.0	500.0	501.0	501.5	501.2	501.2	-0.2	0.1
20.0	1000.0	1002.1	999.6	999.1	1000.2	0.0	0.1
30.0	1500.0	1497.5	1496.6	1497.2	1497.1	0.2	0.1
40.0	2000.0	1994.5	1993.5	1994.5	1994.2	0.3	0.1
50.0	2500.0	2495.1	2494.5	2493.2	2494.3	0.2	0.1
60.0	3000.0	2999.6	2994.7	2994.6	2996.3	0.1	0.1
70.0	3500.0	3498.2	3498.7	3499.5	3498.8	0.0	0.1
80.0	4000.0	3999.4	3998.6	3999.5	3999.2	0.0	0.1
90.0	4500.0	4499.9	4501.0	4501.2	4500.7	0.0	0.1
100.0	5000.0	4998.9	4999.8	4999.7	4999.5	0.0	0.1

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado y no necesita corrección alguna, ya que el error en todo el rango calibrado no supera el +/-1%.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-024-2021**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Masterlem SAC, Av. Circunvalación s/n. Lurigancho - Chosica - Lima
Tipo de equipo : Máquina de compresión axial eléctrico-hidráulica
Capacidad del equipo : 1,555 kN (350,000 lbf. ó 159 TN)
División de escala : 0,1 kN
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Modelo : 36-0735/06 ACCU-TEK 350 Digital Series
Nº de serie del equipo : 140500026
Panel digital : ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL
Nº de serie panel digital : 1887-1-00242
Procedencia : USA
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.1°C / 54%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.1°C / 54%
Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8517, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18 Metodo B, certificado de calibración reporte N° C-8517L1820
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2021-02-23

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

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-03-01	 Madeline Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 85248

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1º ascenso (kN)	2º ascenso (kN)	3º ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0	0.0	0.1
6	100	100.11	99.63	100.36	100.03	-0.03	0.1
13	200	199.53	200.45	200.27	200.08	-0.04	0.1
19	300	299.56	300.32	300.35	300.08	-0.03	0.1
26	400	400.02	400.21	400.26	400.16	-0.04	0.1
32	500	499.63	500.27	500.33	500.08	-0.02	0.1
39	600	600.24	600.36	600.22	600.27	-0.04	0.1
51	800	799.86	800.28	800.26	800.13	-0.02	0.1
64	1000	1000.03	1000.63	1000.42	1000.36	-0.04	0.1
77	1200	1200.72	1200.61	1200.71	1200.68	-0.06	0.1
96	1500	1499.10	1498.70	1499.26	1499.02	0.07	0.1

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39.



Anexo N° 05: análisis de costos unitarios

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101006 EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON POLIESTIRENO EXPANDIDO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO FINO

Subpresupuesto 001 LADRILLO CON POLIESTIRENO Fecha presupuesto 11/12/2021

Partida 02 LADRILLO PATRON

Rendimiento und/DIA MO. 400.0000 EQ. 400.0000 Costo unitario directo por : und 2.60

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.3000	0.0060	23.50	0.14
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0600	17.20	1.03
Materiales						
0205010033	ARENA GRUESA CLASIFICADA	m3		0.0054	70.00	0.38
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0358	25.60	0.92
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.17	0.06
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.1000	0.0020	25.00	0.05
0348390003	MOLDE PARA LADRILLO	hm	1.0000	0.0200	0.80	0.02
0.13						

Partida 03 LADRILLO PATRÓN CON 10 % DE POLIESTIRENO

Rendimiento und/DIA MO. 400.0000 EQ. 400.0000 Costo unitario directo por : und 2.57

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.3000	0.0060	23.50	0.14
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0600	17.20	1.03
Materiales						
0205010033	ARENA GRUESA CLASIFICADA	m3		0.0044	70.00	0.31
0210050014	POLIESTIRENO EXPANDIDO	m3		0.0007	50.00	0.04
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0358	25.60	0.92
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.17	0.06
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.1000	0.0020	25.00	0.05
0348390003	MOLDE PARA LADRILLO	hm	1.0000	0.0200	0.80	0.02
0.13						

Partida 14 LADRILLO PATRÓN CON 20 % DE POLIESTIRENO

Rendimiento und/DIA MO. 400.0000 EQ. 400.0000 Costo unitario directo por : und 2.58

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.3000	0.0060	23.50	0.14
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0600	17.20	1.03
Materiales						
0205010033	ARENA GRUESA CLASIFICADA	m3		0.0040	70.00	0.28
0210050014	POLIESTIRENO EXPANDIDO	m3		0.0016	50.00	0.08
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0358	25.60	0.92
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.17	0.06
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.1000	0.0020	25.00	0.05
0348390003	MOLDE PARA LADRILLO	hm	1.0000	0.0200	0.80	0.02
0.13						

Fecha : 12/12/2021 20:40:01

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101006	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON POLIESTIRENO EXPANDIDO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO FINO		Fecha presupuesto	11/12/2021	
Subpresupuesto	001	LADRILLO CON POLIESTIRENO				
Período	15	LADRILLO PATRON CON 30 % DE POLIESTIRENO				
Rendimiento	und/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : und		2.59
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.3000	0.0060	23.50	0.14
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0600	17.20	1.03
						1.17
	Materiales					
0205010033	ARENA GRUESA CLASIFICADA	m3		0.0034	70.00	0.24
0210050014	POLIESTIRENO EXPANDIDO	m3		0.0025	50.00	0.13
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0358	25.60	0.92
						1.29
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.17	0.06
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.1000	0.0020	25.00	0.05
0348390003	MOLDE PARA LADRILLO	hm	1.0000	0.0200	0.80	0.02
						0.13

Anexo N° 06: panel fotográfico



Fotografía 1. Cuarteo de agregados.



Fotografía 2. Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso.



Fotografía 3. Ensayo de contenido de humedad del agregado fino.



Fotografía 4. Secado de muestras-



Fotografía 5. Peso específico del agregado grueso.



Fotografía 6. Curado de las muestras de concreto.



Fotografía 7. Pesado del poliestireno expandido para la elaboración del concreto para unidades de albañilería.



Fotografía 8. Pesado de cemento para elaboración del concreto.



Fotografía 9. Preparación de las mezclas de concreto.



Fotografía 10. Diseño de mezcla con 20 % de poliestireno expandido.



Fotografía 11. Medición del asentamiento del concreto con 20 % de poliestireno expandido.



Fotografía 12. Elaboración de las unidades de albañilería con 10 % de poliestireno expandido.



Fotografía 13. Elaboración de las unidades de albañilería con 30 % de poliestireno expandido.



Fotografía 14. Vista de las unidades de albañilería con concreto patrón.



Fotografía 15. Unidades de albañilería para el ensayo de absorción.



Fotografía 16. Pesado de unidad de albañilería seca con 20 % de poliestireno expandido.



Fotografía 17. Sumergido de unidades de albañilería para ensayo de absorción.



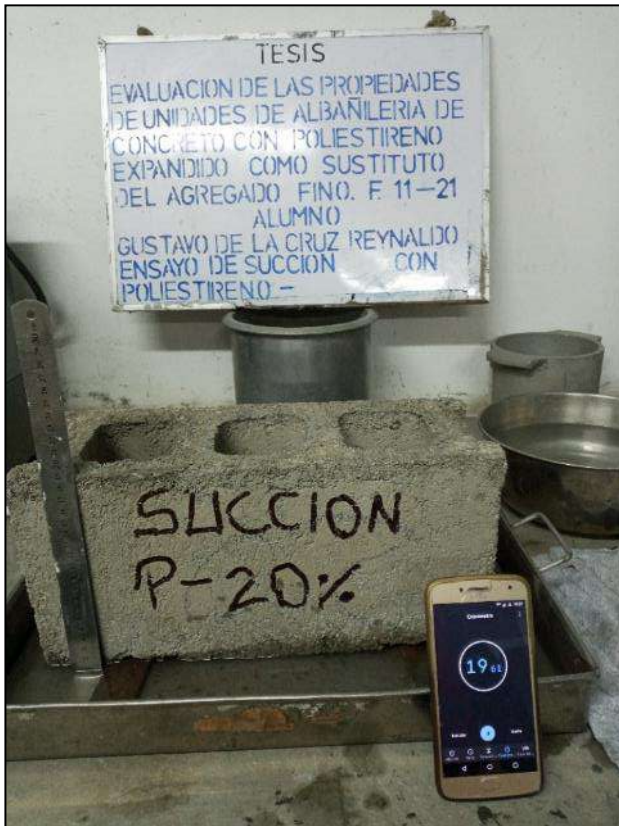
Fotografía 18. Pesado de unidad de albañilería patrón después de estar sumergida para determinar la absorción.



Fotografía 19. Ensayo de succión de unidad de albañilería patrón.



Fotografía 20. Ensayo de succión de unidad de albañilería con 10 % de poliestireno expandido.



Fotografía 21. Ensayo de succión de unidad de albañilería con 20 % de poliestireno expandido.



Fotografía 22. Ensayo de succión de unidad de albañilería con 30 % de poliestireno expandido.



Fotografía 23. Dimensionamiento de las unidades de albañilería con concreto patrón.



Fotografía 24. Vista de las unidades de albañilería con 10 % de poliestireno expandido.



Fotografía 25. Dimensionamiento de las unidades de albañilería con concreto con 20 % de poliestireno expandido.



Fotografía 26. Dimensionamiento de las unidades de albañilería con concreto con 30 % de poliestireno expandido.



Fotografía 27. Ensayo de compresión simple en la unidad de albañilería patrón.



Fotografía 28. Ensayo de compresión simple en la unidad de albañilería con 10 % de poliestireno expandido.



Fotografía 29. Ensayo de compresión simple en la unidad de albañilería con 20 % de poliestireno expandido.



Fotografía 30. Ensayo de compresión simple en la unidad de albañilería con 30 % de poliestireno expandido.



Fotografía 31. Elaboración de pilas con concreto patrón.



Fotografía 32. Ejecución del ensayo de compresión axial en pilas con el concreto patrón.



Fotografía 33. Elaboración de pilas con 10 % de poliestireno expandido.



Fotografía 34. Elaboración de pilas con 20 % de poliestireno expandido.



Fotografía 35. Ejecución de compresión axial en pilas con 20 % de poliestireno expandido.



Fotografía 36. Elaboración de pilas con 30 % de poliestireno expandido y su ensayo correspondiente.



Fotografía 37. Determinación de medidas de los muretes.



Fotografía 38. Vista de muretes con concreto patrón y el ensayo a compresión diagonal.



Fotografía 39. Ejecución del ensayo de compresión diagonal de muretes con 20 % de poliestireno expandido.



Fotografía 40. Ejecución del ensayo de compresión diagonal de muretes con 30 % de poliestireno expandido.