



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“influencia del poliestireno expandido reciclado en la  
elaboración de unidades de albañilería de concreto  
liviano para muros portantes Juliaca 2022”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Jamachi Ccaso, Yuber Joel (ORCID: 0000-0001-7699-8282)

Zavala Hualpa, Edilson Luis (ORCID: 0000-0001-6119-5989)

**ASESOR:**

Ing. Herrera Viloche, Alex Arquímedes (ORCID: 0000-0001-9560-6846)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural.

CALLAO – PERÚ

2022

## Dedicatoria

Este trabajo de investigación está dedicado a nuestros padres, y familiares por habernos dado su apoyo incondicional para seguir adelante, a nuestro asesor Ing. Alex Arquímedes Herrera Viloche por habernos guiado en la elaboración de la tesis, igualmente a la Universidad Cesar Vallejo por darnos la oportunidad de titularnos en esta casa de estudios.

## Agradecimiento

A nuestro Asesor de tesis Ing. Alex Arquímedes Herrera Viloche por su ayuda, paciencia y guiarnos en la elaboración de nuestra tesis, a nuestros amigos y familiares que nos acompañaron desde siempre y nuestros padres por estar presente en todo momento de nuestras vidas.

## Índice de contenidos

Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	9
3.2. Variables y operacionalización.....	9
3.3. Población, muestra y muestreo.....	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	10
3.5. Procedimientos.....	11
3.6. Método de análisis de datos.....	14
3.7. Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN.....	43
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS.....	49
Anexos.....	54

## Índice de tablas

Tabla 1 Análisis granulométrico de arena de cantera Yocará. ....	15
Tabla 2 contenido de humedad de arena. ....	17
Tabla 3 valores finales de diseño de mezcla. ....	19
Tabla 4 valores de diseño con diferentes porcentajes de PER. ....	20
Tabla 5 tabla de resultados de ensayos de slump según la norma (NTP 339.035, 2009). ....	20
Tabla 6 variación dimensional de unidades de albañilería de diseño 1 con 0% de PER. ....	21
Tabla 7 variación dimensional de unidades de albañilería de diseño 1 con 20% de PER. ....	22
Tabla 8 variación dimensional de unidades de albañilería de diseño 1 con 30% de PER. ....	23
Tabla 9 variación dimensional de unidades de albañilería de diseño 1 con 40% de PER. ....	24
Tabla 10 alaveo de unidades de albañilería de concreto liviano de diseño 1 + 0% PER. ....	25
Tabla 11 alaveo de unidades de albañilería de concreto liviano de diseño 1 + 20% PER. ....	26
Tabla 12 alaveo de unidades de albañilería de concreto liviano de diseño 1 + 30% PER. ....	27
Tabla 13 alaveo de unidades de albañilería de concreto liviano de diseño 1 + 40% PER. ....	28
Tabla 14 peso unitario (Pu) de unidades de albañilería a la edad de 28 días. ....	29
Tabla 15 resumen de peso unitario en kg/m <sup>3</sup> de unidades de albañilería de concreto liviano de diferentes dosificaciones con adición de PER. ....	30
Tabla 16 resultados de f' b a diferentes edades de diseño 1 + 0%PER. ....	31
Tabla 17 resultados de f' b a diferentes edades de diseño 1 + 20%PER. ....	33
Tabla 18 resultados de f' b a diferentes edades de diseño 1 + 30%PER. ....	35
Tabla 19 resultados de f' b a diferentes edades de diseño 1 + 40%PER. ....	37
Tabla 20 resultados de f' b de unidades de albañilería a 28 días de edad. ....	39
Tabla 21 absorción de unidades de albañilería de concreto liviano de diseño 1 + 0% PER. ....	40

Tabla 22 absorción de unidades de albañilería de concreto liviano de diseño 1 + 20% PER.....	40
Tabla 23 absorción de unidades de albañilería de concreto liviano de diseño 1 + 30% PER.....	41
Tabla 24 absorción de unidades de albañilería de concreto liviano de diseño 1 + 40% PER.....	41
Tabla 25 resumen de costo de producción de unidades de albañilería.....	42

## Índice de figuras

Figura 1 curva de análisis granulométrico de arena de cantera Yocará.....	16
Figura 2 representación gráfica de peso unitario de concreto seco de unidades de albañilería de concreto liviano de diferentes dosificaciones con adición de PER.....	30
Figura 3 representación gráfica de $f'b$ a diferentes edades de diseño 1 + 0%PER. ....	32
Figura 4 representación gráfica de $f'b$ a diferentes edades de diseño 1 + 20%PER.....	34
Figura 5 representación gráfica de $f'b$ a diferentes edades de diseño 1 + 30%PER.....	36
Figura 6 representación gráfica de $f'b$ a diferentes edades de diseño 1 + 40%PER.....	38
Figura 7 representación gráfica de $f'b$ a diferentes edades y diferentes dosificaciones.....	38
Figura 8 representación gráfica de resistencia a compresión ( $f'b$ ) de unidades de albañilería de diferentes dosificaciones.....	39
Figura 9 representación gráfica de variación de costo de producción.....	42

## Resumen

La investigación titulada "Influencia del Poliestireno Expandido Reciclado en la elaboración de Unidades de Albañilería de Concreto Liviano Para Muros Portantes Juliaca 2022", cuyo objetivo es demostrar la influencia en las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de concreto liviano para muros al aplicar poliestireno expandido reciclado en el proceso de fabricación, el enfoque de la investigación es cuantitativa, tipo de investigación aplicada, diseño experimental, las variables de investigación son: variable independiente: poliestireno expandido reciclado y variable dependiente: unidades de albañilería de concreto liviano, como población son los muros de tabiquería y muros portantes, tomándose como muestra unidades de albañilería de concreto liviano, se realiza un diseño de mezcla con principios de método de diseño de mezcla por el método de Walker para una relación de agua cemento de 0.6 y estableciendo un diseño patrón a la cual se agregó poliestireno expandido reciclado (PER) en porcentajes de 20%, 30% y 40% con respecto al volumen de la arena y así aligerar el peso del concreto obteniéndose así 4 dosificaciones de mezcla, se elaboraron unidades de albañilería de dimensiones: largo 24cm, ancho 14cm y alto 9cm, a la edad de 28 días de las unidades de albañilería de concreto liviano se obtiene los siguientes resultados de resistencia característica a la compresión ( $f'_b$ ) y peso unitario seco (PUS) de: dosificación 1 ( $f'_b$ = 128.34kg/cm<sup>2</sup> y PUS= 2253.44 kg/m<sup>3</sup>), dosificación 2 ( $f'_b$ = 106.16 kg/cm<sup>2</sup> y PUS= 1918.32kg/m<sup>3</sup>), dosificación 3 ( $f'_b$ = 90 kg/cm<sup>2</sup> y PUS=1752.87 kg/m<sup>3</sup>) y dosificación 4 ( $f'_b$ = 77.06 kg/cm<sup>2</sup> y PUS= 1585.15 kg/m<sup>3</sup>), según la norma RNE E.070 clasifican como una unidades de albañilería sólida para muros portantes, la dosificación 3 y 4 tiene un peso unitario seco menor que 1850kg/m<sup>3</sup> que se consideran concreto liviano según RNE E.060.

**Palabras claves:** Unidades de albañilería, Concreto liviano, Poliestireno expandido reciclado, Muros portantes.



## Abstract

The research entitled "Influence of Recycled Expanded Polystyrene in the elaboration of Lightweight Concrete Masonry Units For Load-bearing Walls Juliaca 2022", whose objective is to demonstrate the influence on the physical and mechanical properties of lightweight concrete masonry units for load-bearing walls by applying recycled expanded polystyrene in the manufacturing process, the research approach is quantitative, type of applied research, experimental design, the research variables are: independent variable: recycled expanded polystyrene and dependent variable: lightweight concrete masonry units, as population are partition walls and load-bearing walls, taking as sample lightweight concrete masonry units, a mix design is made with principles of mix design method by Walker's method for a water cement ratio of 0.6 and establishing a pattern design to which recycled expanded polystyrene (PER) was added in percentages of 20%, 30% and 40% with respect to the volume of sand and thus lightening the weight of the concrete, thus obtaining 4 dosages of mixture, masonry units of dimensions were elaborated: length 24cm, width 14cm and height 9cm, at the age of 28 days of the lightweight concrete masonry units the following results of characteristic compressive strength ( $f'_b$ ) and dry unit weight (PUS) were obtained: dosage 1 ( $f'_b= 128.34\text{kg/cm}^2$  and  $\text{PUS}= 2253.44\text{ kg/m}^3$ ), dosage 2 ( $f'_b= 106.16\text{ kg/cm}^2$  and  $\text{PUS}= 1918.32\text{kg/m}^3$ ), dosage 3 ( $f'_b= 90\text{ kg/cm}^2$  and  $\text{PUS}=1752.87\text{ kg/m}^3$ ) and dosage 4 ( $f'_b= 77.06\text{ kg/cm}^2$  and  $\text{PUS}= 1585.15\text{ kg/m}^3$ ), according to RNE standard E.070 are classified as solid masonry units for load-bearing walls; dosage 3 and 4 have a dry unit weight of less than  $1850\text{kg/m}^3$ , which are considered lightweight concrete according to RNE E.060.

**Keywords:** Masonry units, Lightweight concrete, Recycled expanded polystyrene, load-bearing walls.

## I. INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Juliaca y como en muchas ciudades a nivel nacional generalmente las viviendas son construidas por un albañil con sus conocimientos empíricos sin la supervisión de un profesional especializado en el tema, las viviendas construidas en mayor porcentaje son de albañilería confinada en muchos de los casos con unidades de albañilería artesanal o bloques que no cumplen las exigencias establecidas en la Norma Técnica Peruana E.070 de Albañilería Confinada. A lo largo de los años en nuestro país se ha podido observar que durante un evento sísmico las viviendas construidas sin la supervisión de un profesional son las que tienden a fallar, con este trabajo de investigación se busca reemplazar la unidad de albañilería artesanal por unidad de albañilería de concreto liviano, que cumplan con las características de una albañilería sólida según la E070 y así evitar pérdidas económicas para el propietario en un futuro. En estudios realizados anteriormente se ha podido revisar que el poliestireno expandido mejora las propiedades física y mecánicas del concreto. En la actualidad el poliestireno expandido (Tecnopor) se utiliza como protector de diferentes equipos tecnológicos en el transporte y al cumplir su uso son desechados a botaderos clandestinos que contaminan el medio ambiente, con este estudio se pretende reciclar y reutilizar dicho producto.

En este trabajo de investigación se plantea como **problema principal**: ¿cuál es la influencia de poliestireno expandido reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de concreto liviano para muros portantes?, y como problemas específicos los siguientes: ¿cuál es la dosificación de poliestireno expandido reciclado para elaborar unidades de albañilería de concreto liviano para muros portantes?, ¿cuál será el alabeo máximo de las unidades de albañilería de concreto liviano para la construcción de muros portantes?, ¿cuál será el peso unitario seco de las unidades de albañilería de concreto liviano para la construcción de muros portantes?, ¿cuál será la resistencia característica a compresión de unidades de albañilería de concreto liviano para la construcción de muros portantes?, ¿será viable su uso y el costo de producción de las unidades de albañilería de concreto liviano para la construcción de muros portantes?. A continuación, detallamos las justificaciones de la investigación, **justificación técnica**: el presente trabajo de investigación busca obtener una unidad de albañilería de concreto con incorporación de poliestireno expandido reciclado para aligerar el peso y que clasifique como una

unidad de albañilería solida según la NTP E.070, **justificación social:** en esta investigación se pretende plantear la fabricación de unidades de albañilería de concreto liviano a un costo económico y con características de una unidad de albañilería solida según RNE E.070, **justificación ambiental:** el poliestireno expandido (eps) también conocido como tecnopor es uno de los plásticos más usados en diferentes áreas y al cumplir su uso son desechados a botaderos clandestinos y es el que más contamina el medio ambiente, este material tiene un proceso de descomposición a largo plazo, puede estar por más de 200 años permaneciendo en nuestro planeta, presentes en bosques, lagos, mares, etc. (ENERJET, 2021), con este investigación se busca reciclar el poliestireno expandido para incorporar como material en proceso de producción de unidades de albañilería de concreto. Este proyecto de investigación busca mejorar las propiedades físicas como mecánicas de unidades de albañilería de concreto que pueda clasificar como una unidad de albañilería solida según el RNE e070.

Se plantea como **objetivo principal:** evidenciar la influencia de poliestireno expandido reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de concreto liviano para muros portantes. asimismo, se plantea los siguientes objetivos específicos: establecer la dosificación de poliestireno expandido reciclado para elaborar unidades de albañilería de concreto liviano para muros portantes, determinar el alabeo máximo de las unidades de albañilería de concreto liviano para la construcción de muros portantes, determinar el peso unitario seco de las unidades de albañilería de concreto liviano para la construcción de muros portantes, determinar la resistencia característica a compresión de unidades de albañilería de concreto liviano para la construcción de muros portantes, evidenciar el uso y el costo de producción de las unidades de albañilería de concreto liviano para la construcción de muros portantes.

Como **hipótesis general** se plantea: el poliestireno expandido reciclado influye en las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de concreto liviano para muros portantes. y según antecedentes se plantea las siguientes hipótesis específicas: la dosificación dependerá de las características de los materiales a usar en la elaboración de unidades de albañilería, en promedio no hay alabeo en las unidades de albañilería de concreto liviano para la construcción de muros portantes, el peso unitario seco de las unidades de albañilería de concreto liviano reducirá al

agregar poliestireno expandido reciclado, la resistencia característica a compresión de unidades de albañilería varía según el porcentaje de adición de poliestireno expandido reciclado, se puede usar bloques de unidades de albañilería de concreto liviano para muros portantes y su costo de producción está por debajo de s/. 1 sol por unidad de albañilería.

## II. MARCO TEÓRICO.

En esta investigación se utilizan los siguientes antecedentes: según (Irigoín & Rodríguez, 2021) en su tesis “plantea el objetivo de la investigación calcular las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería para uso no estructural, elaborados de concreto liviano con adición de perlas de poliestireno de 4.7mm de diámetro y agregado fino de 1.12 de módulo de fineza, se elaboraron bloques de dimensiones de 0.39m x 0.19m x 0.12m, se obtuvieron como resultado una resistencia a la compresión axial de 23.53kg/cm<sup>2</sup> y 12.20% de absorción”. Según (Leonardo & Lozano, 2021) en su tesis “plantea incorporar poliestireno expandido reciclado en la producción de ladrillos de concreto en porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5%, obteniendo resistencias a compresión de ladrillo de 145.82kg/cm<sup>2</sup>, 139.87kg/cm<sup>2</sup>, 129.40kg/cm<sup>2</sup>”. Según (Lapa, 2020) en su tesis “se estudia el efecto que produce el poliestireno expandido en las propiedades físicas como mecánicas de las unidades de albañilería de concreto, este estudio utilizó 3 diseños de mezcla con relaciones de agua cemento 0.6, 0.7 y 0.8, en el proceso se reemplazó el agregado fino por poliestireno expandido de diámetros de 3 mm y 4 mm en porcentajes 20, 40 y 60%, el diseño de mezcla escogido es R 0.6 – EPS 20 con el que se obtuvo un valor de resistencia a la compresión de 77.77kg/cm<sup>2</sup> que clasifica como una unidad de albañilería solida de tipo II y un promedio de 26.22% de vacíos en sus ranuras”. En (Álvarez & Meca, 2018) “se diseña unidades de albañilería con concreto liviano a base de incorporación de poliestireno expandido, para iniciar se dio un tratamiento a temperatura al poliestireno expandido y posteriormente se agregó en porcentajes a la mezcla de concreto en el proceso de fabricación de unidades de albañilería, según sus resultados de laboratorio se llegó a una resistencia a compresión  $f'_b$  de 60.6kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días de las unidades de albañilería que clasifica como una unidad de albañilería solida de tipo I para muros no portante o muros de

tabiquería”. Según (Cuevas & Champi, 2020) en tesis “se determina las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería elaborados con concreto liviano con adición de poliestireno expandido reciclado en porcentajes en función al peso volumétrico de los agregados, se usó una dosificación de cemento 1, arena 4.7 y confitillo 2.3, y un 10% de poliestireno expandido, que clasifíco como un bloque no portante según la NTP E.070”. Según (Rodríguez, 2017) en su tesis “se estudia el concreto liviano con adición de poliestireno expandido para fabricar unidades de albañilería de uso no estructural, se elabora probetas estándar en moldes cúbicos y se utilizó las siguientes dosificaciones; 1200kg/m<sup>3</sup>, 1400kg/m<sup>3</sup> y 1600 kg/m<sup>3</sup>, transcurrido 28 días los bloques de dosificación 1600kg/m<sup>3</sup> se sometieron a ensayos de laboratorio obteniendo un valor de 62.72kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión en unidades de albañilería”. Según (Ramírez & Renato, 2017) en su tesis “se fabricaron unidades de albañilería con poliestireno expandido para la construcción de muros de tabiquería, se realizó dosificaciones por volumen en baldes obteniendo así diseños a 15kg/cm<sup>2</sup>, 20kg/cm<sup>2</sup> y 25kg/cm<sup>2</sup> que según la norma E070 de albañilería se puede usar en muros no portantes”. En (Paulino & Espino, 2017) en su tesis “se realizó una comparación de concreto simple y concreto liviano a base de perlas de poliestireno aplicado en unidades de albañilería y así descubrir cual es el comportamiento en sus propiedades físicas y mecánicas, en conclusión la resistencia a la compresión a la edad de 28 días de unidades de albañilería de concreto simple un valor de 223 kg/cm<sup>3</sup> y unidades de albañilería de concreto liviano un valor de 121kg/cm<sup>2</sup>, los valores de peso y densidad de concreto simple es (12.14 kg - 2300 kg/m<sup>3</sup>) y concreto liviano es (9.20 kg y 1671 kg/m<sup>3</sup>)”. En (Andía & Erazo, 2021) en su tesis “se evaluó la resistencia a la compresión axial del concreto de f’c: 350kg/cm<sup>2</sup> a la cual se adicióno el poliestireno extruido y expandido reciclado, los resultados obtenidos demuestran que la mezcla de concreto fabricado a base de XPS reciclado, en una proporción de 30 % de agregado grueso y 20% de agregado fino por XPS, a una de edad de 28 días de la muestra se obtuvo un valor de f’c= 365 kg/cm<sup>2</sup> que es aproximadamente el 74% respecto a la muestra patrón”.

## **BASES TEÓRICAS**

Según (KNAUFINDUSTRIES, 2017), en su artículo “¿Qué es y cómo se hace el poliestireno expandido?” menciona lo siguiente; el **poliestireno expandido** (EPS) “Es un material de plástico espumado que está compuesto en 98% por aire. Su

excelente ligereza combinada con una gran resistencia, muy buenas propiedades de aislamiento térmico y absorción de impactos, que lo convierte en un material con diversas aplicaciones en diversos campos industriales, como la construcción, el alimentario, entre otros”. según (ANAPE, 2022) “se aplica como material de envase y embalaje en alimentación, electrónica de consumo, audio, vídeo e informática, juguetes, farmacia, perfumería y cosmética, horticultura y jardinería, bricolaje y construcción. También se aplica en el mundo de la construcción, la construcción en la actualidad y en un futuro se caracterizará por la demanda de ahorro energético, la protección contra los ruidos y los más importante el cuidado del medio ambiente, el proceso de modificación del EPS nos da posibilidad de una amplia variación en su densidad y por consecuencia en sus propiedades. Las cualidades de EPS como material de construcción es su baja conductividad térmica, ligereza, resistencia mecánica, baja absorción de agua, facilidad de manipulación e instalación, resistencia química, versatilidad, resistencia al envejecimiento. Cuenta con múltiples aplicaciones como material de construcción en carreteras, estructuras y otras aplicaciones”.

### **El concreto.**

según (RNE E.060, 2009, p. 15), menciona lo siguiente “es la mezcla de cemento, agregado grueso, agregado fino y agua, con o sin aditivos”.

### **concreto liviano.**

según (RNE E.060, 2009, pp. 15-16), menciona lo siguiente “concreto a base de agregado liviano que cumple con lo estipulado en RNE E.060 Capítulo 3.3, con una densidad de equilibrio, determinada por (ASTM C 567, 2012), que no excede una densidad de 1850kg/m<sup>3</sup>. el concreto liviano sin arena natural se puede nombrar concreto liviano en todos sus elementos”, en conclusión, un concreto liviano tiene una densidad menor a 1850kg/m<sup>3</sup>.

### **Los agregados.**

para concreto según (RNE E.060, 2009, p. 20), menciona lo siguiente “deben cumplir con las NTP correspondientes, estas restricciones se pueden evadir si se demuestra que la trabajabilidad son iguales que el concreto convencional y que se puede vaciar sin la formación de cangrejas o espacios vacíos”.

La granulometría seleccionada de agregados según (RNE E.060, 2009, p. 21), menciona lo siguiente “deben permitir llegar a una densidad máxima del concreto con buena trabajabilidad en función a su condición de colocación del concreto”.

### **Unidad de albañilería.**

Según (RNE E.070, 2021, p. 6), menciona lo siguiente “pueden ser ladrillos y bloques que en su elaboración utilizan arcilla o concreto como material principal. Las unidades pueden ser tubulares, huecas, sólidas o alveolares que podrían ser fabricadas de manera industrial o artesanal. Las unidades de concreto podrán ser usadas después de alcanzar su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica, podrán ser usados después de 28 días desde su fabricación, que se comprobará según la NTP 399.602”.

Según (RNE E.070, 2021, p. 6), menciona lo siguiente “para casos de diseño estructural deberá tener una resistencia característica a compresión mínima 50kg/cm<sup>2</sup>, variación de la dimensión mínima hasta 100mm +-8mm, hasta 150mm +-6mm, más de 150mm +-4mm y un alabeo máximo de 10mm, el uso de unidades de albañilería solida artesanal pueden ser empleadas en zona sísmica 2 y 3 para la construcción de edificios de 1 a 3 pisos y en zona sísmica 1 se podrán emplear en todo el edificio máximo 5 niveles, las zonas sísmicas están definidas en el (RNE E.030, 2019)”.

### **El cemento.**

Según (Aceros Arequipa, s. f.) “material que, combinado con agregados y agua, crea una mezcla capaz de solidificarse como de una piedra, es comercializado en bolsas de 1 pie cúbico y tiene un peso de 42.5kg. Existen variedades y marcas, siendo los más comunes los tipos I e IP.

Según (NTP 399.604, 2002), menciona lo siguiente se debe realizar los siguientes ensayos a las unidades de albañilería de concreto:

### **El muestreo**

según (RNE E.070, 2021, p. 7).

La medición de **dimensiones** según (NTP 399.604, 2002, p. 7) “medir las dimensiones usando regla graduada en divisiones de 1,0mm. Las dimensiones

laterales se medirán con un Vernier también, en (NTP 399.604, 2002, p. 4) “se medirán 3 unidades en longitud, ancho y alto”, las dimensiones como ancho, largo y alto se deben registrar de cada unidad.

Para calcular la **resistencia característica a la compresión** de las unidades de albañilería de concreto liviano según (RNE E.070, 2021, p. 7) “una vez realizada los ensayos y cálculos, según lo estipulado en (NTP 399.604, 2002). La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ( $f_b$ ) será calculada de la siguiente manera: promedio menos la desviación estándar”. Para determinar la **variación dimensional** de unidades de albañilería de concreto liviano se debe seguir el procedimiento estipulado en (NTP 399.604, 2002).

Para determinación del **alabeo** se debe seguir el procedimiento estipulado en (NTP 399.613, 2005).

Para calcular la **absorción** se hará de acuerdo a lo estipulado en (NTP 399.604, 2002).

El **peso unitario** (PU) según (Geotecnia, 2021) “es definido cómo el peso por volumen”, el cálculo se realizara según el procedimiento que indicado la (NTP 339.183, 2013).

Según (RNE E.020, 2006) “el PU de la albañilería solida es de 1800 kg/m<sup>3</sup>”.

Según la guía para concretos celulares arriba de 50lb/ft<sup>3</sup> de (ACI 523.3R-14, 2014, p. 318) (ACI 523.3R-14, 2014) plante parámetros para diseño de mezcla de concreto con densidad seca de 1600kg/m<sup>3</sup> que se considera como concreto liviano.

Materiales para diseño de mezcla de concretos celulares según (ACI 523.3R-14, 2014, p. 3) “**cemento** que debe cumplir con las exigencias de la normas (ASTM C150/C150M-12, s. f.) cemento portland, y la norma americana ASTM C595/C595M cementos hidráulicos combinados o como la norma ASTM C1157/C1157M especificaciones de desempeño para cemento hidráulico, **agua** será potable y libre de cantidades de otros agentes contaminante (ASTM C94/C94M-22, 2022), espuma preformada se obtiene diluyendo un concentrado de espuma liquido con agua pasando por un generador de espuma, su densidad suele estar entre 32 y 80 kg/m<sup>3</sup>, los agregados para concreto celular deben estar de acuerdo a la norma (ASTM C33/C33M-11, 2011), C144, C330 o C332”.



**Cemento Rumi tipo IP** según (RUMI, 2021) “Es un producto producido con Clinker de calidad alta, puzolana de procedencia volcánico y yeso, con peso específico de 2.75 a 2.85, fabricado según el sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y ISO 14001”.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Enfoque cuantitativo**, según (Hernández et al., 2014, p. 4) “es secuencial, presenta un conjunto de procesos y probatorio de orden riguroso, se establecen objetivos y problemas, de los problemas se disponen hipótesis y se obtienen las variables”.

Tipo de Investigación: **aplicada** según (Vara, 2012) “una investigación se vuelve útil cuando los resultados se utilizan para solucionar problemas, una investigación aplicada da posibles soluciones”.

Diseño de Investigación: **diseño experimental** (cuasi experimental). según (Hernández et al., 2014) “un estudio experimental es aquella en donde se manipula de manera intencionada la variable independiente y determina el resultado de dicha manipulación sobre la variable dependiente”.

Nivel de investigación explicativo.

#### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable independiente:** poliestireno expandido reciclado.

**Descripción conceptual:** según (ASALE & RAE, s. f.), en su libro menciona lo siguiente “el poliestireno es un material que se obtiene al polimerizar el estireno, se utiliza en la industria del plástico, es un material plástico muy ligero utilizado para embalajes y aislamientos”.

**Descripción operacional:** Se adicionará a la mezcla de concreto para producir concreto liviano.

**Indicadores:** Peso.

**Escala de medición:** Nominal.

**Variable dependiente:** Unidad de Albañilería de concreto liviano.

**Descripción conceptual:** según (Álvarez & Meca, 2018) “Empleada en el asentado de muros portantes”.

**Descripción operacional:** Se determinará las propiedades físicas y mecánicas de estas unidades (Huamani & Solis, 2020).

**Indicadores:** Dosificación, Alaveo, Peso unitario seco, Resistencia a la compresión f<sub>b</sub>.

**Escala de medición:** Razón, Intervalo, Razón, Intervalo.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población** según (Vara, 2012, p. 221) “es conjunto de objetos, documentos, datos a investigar, pueden ser informantes primarios o secundarios”, para esta investigación serán los muros portantes.

La **muestra** según (Vara, 2012, p. 221) “son extraídos de la población seleccionados por un método racional”, para esta investigación son unidades de albañilería de concreto liviano para muros portantes.

El **muestreo** según (Vara, 2012, p. 222) “puede ser probabilístico o no probabilístico que depende de la facilidad de acceder a la muestra”, en esta investigación se utilizó un muestreo no probabilístico.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según (Hernández et al., 2014, p. 248) “son muy estructurados y son muy útiles para medir y describir con precisión las variables”.

Se utilizarán ensayos de mecánica de suelos en campo y en laboratorio normados por NTP (Norma Técnica Peruana), Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), normas americanas: American Concrete Institute (ACI) y American Society of Testing Materials (ASTM).

Para el primer objetivo específico se realizara un diseño de mezcla en el laboratorio según el criterio del método de Walker.

Para el segundo objetivo, determinación del **alabeo** de unidades se realizará según el procedimiento estipulado en (NTP 399.613, 2005).

Para el tercer objetivo, determinar el **peso unitario** de las unidades se ejecutara según (NTP 339.183, 2013).

Para el cuarto objetivo, obtención de la **resistencia característica a la compresión** de las unidades de concreto liviano, se realiza ensayos de laboratorio según lo estipulado en la norma (NTP 399.604, 2002).

Para el quinto objetivo se realizará análisis de resultados de laboratorio según (RNE E.070, 2021) y de costos unitarios según (Ramos, 2003) para determinar si es viable el uso de unidades de albañilería de concreto liviano para muros portantes.

Como adicional se utilizará software de computadora, instrumentos de laboratorio, normas y reglamentos vigentes en la actualidad, útiles de escritorio, materiales de construcción, bienes y servicios.

### **3.5. Procedimientos**

Se inicia con la extracción de arena de la cantera Yocará que está ubicado a 900m del puente Unocolla del rio Lampa, con una ubicación geográfica aproximada de norte  $15^{\circ}25'3''$  y este  $70^{\circ}11'4''$  y una altura de 3823 msnm, una temperatura del medio ambiente de  $19^{\circ}\text{C}$  a horas 9:33am del día domingo 06 de marzo del 2022. Equipos y herramientas: pala, cucharón, brocha, regla metálica, bolsas de plástico, lona, saquillos, etc. Procedimiento: se tomó las muestras de dos áreas representativas de la cantera y se extrajo la muestra por el método del cuarteo según (NTP 339.089, 1998). Seguidamente se inicia con los ensayos de laboratorio para la caracterización del agregado y determinar peso específico de la arena en gr por  $\text{cm}^3$ , contenido de humedad de la arena en %, absorción de la arena en %, y ensayos adicionales como el análisis granulométrico.

Se continua con el estudio de características físicas y mecánicas del poliestireno expandido reciclado, primeramente, se reciclan todos los embaces de poliestireno expandido, seguidamente se iniciara con el raspado de los embaces con la ayuda de una sierra de mano para madera para obtener el poliestireno expandido reciclado, y posteriormente se realizara ensayo de laboratorio para obtener la densidad del poliestireno expandido reciclado.

Según (Álvarez & Meca, 2018, p. 35) “para calcular el peso unitario seco suelto del poliestireno expandido reciclado, se realizara ensayos de laboratorio”.

Según (iAgua, 2021) “el peso específico del agua es  $1000\text{kg}/\text{m}^3$ ”.

**Diseño de mezcla:** existen métodos para proporcionar materiales para una mezcla de concreto, esta investigación usara poliestireno expandido reciclado, que será incluido como un material dentro del concreto, modificando el concreto habitual a un

concreto con peso liviano, no se podrán usar diseños de mezcla que utilicen características de los agregados como los métodos de módulo de fineza y ACI.

Por otro lado tenemos el diseño de mezcla para concretos celulares el (ACI 523.3R-14, 2014) con espuma preformada y el método de Walker que inicialmente calcula el volumen de la pasta, y seguidamente el volumen de los agregados, pero no se tiene un método definido. En (Lapa, 2020) “usa como criterio de diseño el método de Walker”, por lo que en esta investigación se utilizara el mismo criterio.

En (Lapa, 2020) “concluye usar relación de agua cemento (a/c) óptimo de 0.6”, en (Álvarez & Meca, 2018) “se usa a/c de 0.5”, mientras a/c sea menor el costo de producción de concreto será mayor, porque aumenta la cantidad de cemento, por lo que en esta investigación se opta por una a/c de 0.6.

Se continúa con la selección de volumen de agua para una condición de colocación seca a plástica según (RIVVA, 1992).

Se continua con obtención de contenido de aire en la mezcla según las tablas de (RIVVA, 1992) que depende del tmn del agregado.

Se continua con la selección de a/c, teniendo el resultado se calcula la cantidad de cemento con la siguiente formula.

$$cemento = \frac{Cw}{a/c} \left( \frac{kg}{m^3} \right)$$

Cw: contenido de agua para la mezcla en lt/m3.

Seguidamente se calculara el volumen absoluto de la pasta, y el contenido de arena que será uno menos volumen de la pasta.

Calcular el peso seco del agregado con la siguiente formula:

$$PSa = \frac{Va}{Pea} (kg)$$

PSa: peso seco de arena.

Va: volumen absoluto de arena.

Pea: peso específico de arena.

Se realizara la corrección por humedad de la arena con la siguiente formula:

$$PHa = PSa * (1 + w\%)$$

*PHa*: peso húmedo de arena.

*PSa*: peso seco de arena.

*w%*: contenido de humedad en %.

Se realiza la corrección de agua efectiva por humedad y absorción.

$$HS = \frac{w\% - s\%}{100}$$

*HS*: humedad superficial.

*w%*: contenido de humedad de arena.

*s%*: absorción de arena.

$$AA = PSa * HS$$

*AA*: aporte de agua final de la mezcla.

Una vez obtenido los valores de diseño se procederá a preparar la mezcla a comprobar la consistencia de la mezcla con el equipo de cono de Abrams según la norma (NTP 339.035, 2009), para reducir el asentamiento de la mezcla se reducirá la volumen de agua y se seguirá el procedimiento descrito anteriormente hasta obtener una consistencia de colocación seca a plástica.

Se plantea cuatro diseños a partir de los resultados obtenidos: con 0%, 20%, 30% y 40% de poliestireno expandido reciclado con respecto al volumen de la arena. Según (Lapa, 2020) “al agregar poliestireno expandido a la mezcla tiene un rendimiento menor a la prueba patrón”.

Se plantean como dimensiones de la unidad de albañilería según antecedentes y normas un ancho de 14cm, largo de 24cm y alto de 9cm. Seguidamente se fabrican moldes de madera cada uno con capacidad de obtener unidades de albañilería de concreto liviano. El día 18 de marzo de 2022 se fabrica el primer grupo y al día siguiente se inicia con el curado según la norma (NTP 339.033, 1999), el día 22 de marzo de 2022 se fabrican el segundo grupo y se sigue el mismo método de curado.

Seguidamente se realizaron ensayos según la norma (NTP 399.604, 2002), el día 25 de marzo de 2022 a la edad de 7 días del primer grupo, el día 01 de abril de 2022 a

la edad de 14 días del primer grupo, el día 12 de abril de 2022 a la edad de 21 días y el día 19 de abril de 2022 a la edad de 28 días del segundo grupo se realizaron los ensayos de alaveo, resistencia a compresión, variación dimensional y obtención del peso. el día 15 de abril de 2022 a la edad de 28 días de las unidades del primer grupo se realiza el ensayo de absorción. Y con los datos obtenidos en laboratorio se empieza con trabajos de gabinete para obtener los demás resultados.

Según (Atao et al., 2018) “para ensayar las unidades de albañilería, se colocan en el equipo de compresión axial en una posición que el centroide de las superficies de cada unidad quede colocado en el centro, uniformizar las superficies con refrentado de yeso–cemento, se colocan dos planchas metálicas de 1” de espesor (ASTM C140-11a, 2014), la carga se aplicará primero hasta la mitad y segundo hasta la carga última”.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Según (Hernández et al., 2014) “los modelos estadísticos son presentaciones de la realidad no misma y los resultados son interpretadas en contexto, se debe decidir los programas de análisis, revisar los datos obtenidos, analizar los datos, examinar la confiabilidad de las herramientas de recolección de datos, examinar, interpretar y preparar los resultados para presentarlos”. En la investigación se elaboraron cuadros y gráficos estadísticos para evaluar, se utilizó como ayuda hojas de cálculo Excel.

### **3.7. Aspectos éticos**

Este presente proyecto de investigación se redactó con diafanidad, autenticidad de datos, fuentes, antecedentes confiables, normativas y reglamentos vigentes.

#### IV. RESULTADOS

Con la finalidad de cumplir con los objetivos de “Influencia del Poliestireno Expandido Reciclado en la elaboración de Unidades de Albañilería de Concreto Liviano Para Muros Portantes Juliaca 2022” se usaron tablas en Excel para realizar cálculos correspondientes y obtener resultados de acuerdo a objetivos planteados.

**Primer Objetivo:** “establecer la dosificación de poliestireno expandido reciclado para elaborar unidades de albañilería de concreto liviano para muros portantes” se tienen los siguientes resultados.

#### ARENA.

- Cantera Yocará (Muestra peso inicial 500gr).

**Análisis Granulométrico:** Según las normas (ASTM D – 2216) y (MTC E108-2000).

**Tabla 1** Análisis granulométrico de arena de cantera Yocará.

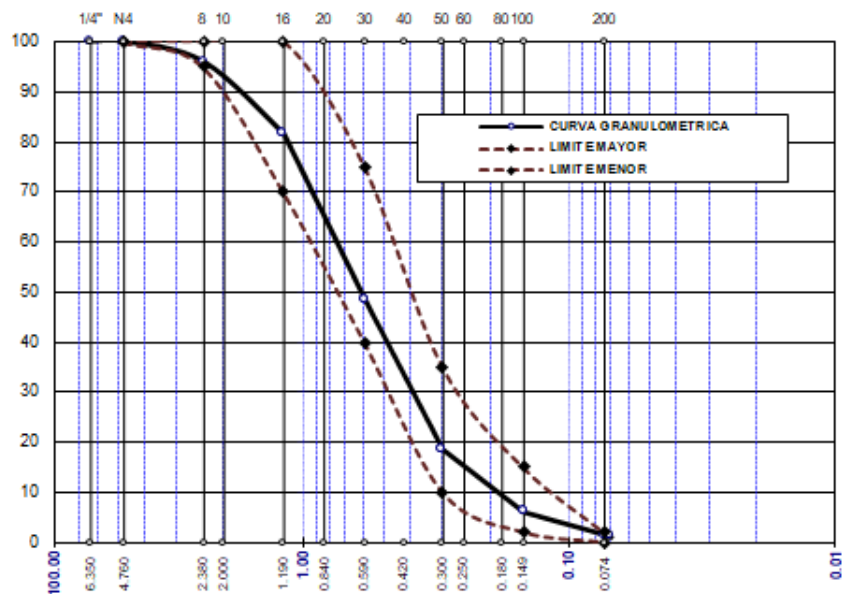
Tamices ASTM	Peso Retenido	%Ret. Acumulado	% Que Pasa
3/8"	0.00	0.00	100.00
1/4"	0.00	0.00	100.00
N°4	0.00	0.00	100.00
N°8	20.31	4.06	95.94
N°16	71.72	18.41	81.59
N°30	165.11	51.43	48.57
N°50	150.04	81.44	18.56
N°100	62.30	93.90	6.10
N°200	24.42	98.78	1.22
Base	6.10	100	0.00
Total	500.00		
% Pérdida	1.22		

Fuente: Elaboración propia, 2022



## Curva Granulométrica.

**Figura 1** curva de análisis granulométrico de arena de cantera Yocará.



Fuente: Laboratorio.

**Interpretación:** haciendo un análisis de la curva granulométrica se concluye que la arena o agregado fino seleccionado se encuentra en los límites establecidos en las normas (ASTM D-2216) y (MTC E108 – 2000).

**Peso específico y absorción de agregados:** por el método del picnómetro (NTP 400.002).

Dato de pesos obtenidos en gramos:

A: 767.60	(muestra secada en el horno)
B: 800.00	(muestra saturada seca)
Wc: 1338.02	(picnómetro con agua)
W: 1798.09	(picnómetro con muestra y agua)

**Peso específico.**

$$W_c + B = 2138$$

$$W_c + B - W = 340$$

$$P_e = \frac{B}{W_c + B - W} = 2.35 \text{ gr/cm}^3$$

### Porcentaje de absorción.

$$B = 800 \text{ gr}$$

$$B - A = 32.40 \text{ gr}$$

$$Abs = \frac{B - A}{A} * 100 = 4.2\%$$

### Contenido de humedad natural.

Según las normas (ASTM D-2216) y (MTC E108-2000).

**Tabla 2** contenido de humedad de arena.

Muestra	N°1	N°2
Descripción del recipiente	B-1	A-23
W MH + R (gramos)	510.10	500.00
W MS + R (gramos)	504.00	494.05
W R (gramos)	37.91	36.98
W MH (gramos)	472.19	463.02
W MS (gramos)	466.09	457.07
W w(gramos)	6.10	5.95
W%	1.31	1.30

Fuente: elaboración propia 2022.

W: peso.

MH: muestra húmeda.

MS: muestra seca.

R: recipiente.

w: agua

W%: contenido de humedad.

**Interpretación:** analizando los resultados obtenidos mediante ensayos de laboratorio se concluye que esta dentro de parámetros estipulados en las normas actuales para un correcto diseño de mezcla.

### **POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO (PER).**

Densidad de poliestireno expandido reciclado ( $\gamma_{pe}$ ), masa ( $M$ ), volumen ( $V$ ).

Datos del molde:

Diámetro = 15.25 cm

Altura = 11.65cm

Peso = 5662 gr

Peso del molde + poliestireno expandido reciclado = 5683 gr

$$\gamma_{pe} = \frac{M}{V}$$

Reemplazando a la formula

$$\gamma_{pe} = \frac{5.683 - 5.662}{\frac{(\pi * 0.1525^2)}{4} * 0.1165}$$

$$\gamma_{pe} = 9.869 \text{ kg/m}^3$$

**Interpretación:** la densidad del poliestireno expandido reciclado se puede observar que está cerca de 10 kg/m<sup>3</sup> como señalan algunos autores, para el diseño de mezcla se usara el valor calculado en laboratorio.

### **DISEÑO DE MEZCLA.**

Datos:

$\gamma_{af} = 2.35 \text{ gr/cm}^3$     Peso específico (Pe) de la arena.

S% = 4.2%                    Absorción de la arena.

W% = 1.31%                Humedad de la arena.

$\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$         Pe del agua.

$\gamma_c = 2.83 \text{ gr/cm}^3$     Pe del cemento según (RUMI, 2021).

Una vez obtenida el diseño por el criterio de Walker se incorporara poliestireno expandido reciclado en porcentajes de 20, 30, 40 con respecto al peso suelto de la arena, para verificar la variación con respecto a la muestra patrón.

$$\gamma_{pe} = 9.869 \text{ kg/m}^3 \text{ peso unitario seco suelto de PER.}$$

**Interpretación:** los resultados que se muestran se obtuvieron mediante ensayos de laboratorio, y algunos parámetros se obtuvieron de normas y reglamentos vigentes.

**Valores finales de diseño:**

Para realizar el diseño de mezcla se utilizó el criterio de diseño de mezcla por el método de Walker, y a/c de 0.6 por criterio propio y antecedentes. Ver Anexo.

**Tabla 3** valores finales de diseño de mezcla.

<b>Materiales</b>	<b>Valores de diseño en seco</b>	<b>Valores de diseño en Húmedo</b>	<b>Und.</b>	<b>Volumen absoluto</b>
Cemento	283.33	283.33	kg/m <sup>3</sup>	0.1001
Arena	1644.72	1666.27	kg/m <sup>3</sup>	0.7091
Agua	170	217.53	lt/m <sup>3</sup>	0.2175
Aire	0.03	0.03	kg/m <sup>3</sup>	0.03

Fuente: Elaboración propia, 2022

Después de obtener la dosificación final se reemplaza la arena por poliestireno expandido reciclado en porcentajes de 20%, 30% y 40% con respecto al peso suelto de la arena.

**Tabla 4** valores de diseño con diferentes porcentajes de PER.

<b>Materiales</b>	<b>PER 0%</b>	<b>PER 20%</b>	<b>PER 30%</b>	<b>PER 40%</b>	<b>Und.</b>
Cemento	283.33	283.33	283.33	283.33	kg/m3
Arena	1666.27	1333.02	1166.39	999.76	kg/m3
Agua	217.53	217.53	217.53	217.53	lt/m3
PER	0	1.974	2.961	3.948	kg/m3

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Interpretación:** se reemplazó la arena por poliestireno expandido reciclado de 20%, 30% y 40% en función al volumen de la arena.

**Ensayo de asentamiento de mezcla.**

**Tabla 5** tabla de resultados de ensayos de slump según la norma (NTP 339.035, 2009).

<b>%PER</b>	<b>SLUMP</b>	<b>Condición de colocación</b>
0%	1 1/2"	seca
20%	2"	seca
30%	2 1/2"	seca - plástica
40%	3"	plástica

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Interpretación:** se puede observar que mientras más se aumente PER el asentamiento de la mezcla baja de seca a plástica.

## Variación dimensional.

**Tabla 6** variación dimensional de unidades de albañilería de diseño 1 con 0% de PER.

<b>Medidas (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Altura (cm)</b>
Medidas 1	24.05	14.05	9.00
Medidas 2	24.30	14.05	9.05
Medidas 3	24.00	14.00	9.10
Medidas 4	24.35	14.00	9.05
Medidas 5	24.00	14.05	9.10
Medidas 6	24.20	14.01	9.05
Medidas 7	24.05	14.02	9.00
Medidas 8	24.10	14.01	9.05
Medidas 9	24.00	14.00	9.00
Medidas 10	24.05	14.05	9.10
Promedio	24.11	14.02	9.05
Medidas de fabrica	24.00	14.00	9.00
V (%)	0.46%	0.17%	0.56%

Fuente elaboración propia 2022.

**Tabla 7** variación dimensional de unidades de albañilería de diseño 1 con 20% de PER.

<b>Medidas (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Altura (cm)</b>
Medidas 1	24.10	14.05	9.10
Medidas 2	24.05	14.00	9.05
Medidas 3	24.15	14.00	9.00
Medidas 4	24.00	14.10	9.10
Medidas 5	24.10	14.20	9.00
Medidas 6	24.00	14.05	9.10
Medidas 7	24.00	14.00	9.00
Medidas 8	24.10	14.10	9.05
Medidas 9	24.05	14.00	9.00
Medidas 10	24.03	14.05	9.00
Promedio	24.06	14.06	9.04
Medidas de fabrica	24.00	14.00	9.00
V (%)	0.24%	0.39%	0.44%

Fuente elaboración propia 2022.

**Tabla 8** variación dimensional de unidades de albañilería de diseño 1 con 30% de PER.

<b>Medidas (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Altura (cm)</b>
Medidas 1	24.00	14.05	9.05
Medidas 2	24.30	14.00	9.10
Medidas 3	24.10	14.06	9.00
Medidas 4	24.00	14.05	9.00
Medidas 5	24.05	14.10	9.05
Medidas 6	24.01	14.02	9.15
Medidas 7	24.05	14.10	9.00
Medidas 8	24.00	14.00	9.10
Medidas 9	24.05	14.01	9.05
Medidas 10	24.00	14.00	9.00
Promedio	24.06	14.04	9.05
Medidas de fabrica	24.00	14.00	9.00
V (%)	0.23%	0.28%	0.56%

Fuente elaboración propia 2022.



**Tabla 9** variación dimensional de unidades de albañilería de diseño 1 con 40% de PER.

<b>Medidas (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Altura (cm)</b>
Medidas 1	24.00	14.05	9.05
Medidas 2	24.10	14.00	9.10
Medidas 3	24.10	14.05	8.95
Medidas 4	24.05	14.10	9.00
Medidas 5	24.15	14.20	9.10
Medidas 6	24.00	13.95	9.05
Medidas 7	24.10	14.00	9.10
Medidas 8	24.05	14.10	9.10
Medidas 9	23.95	14.10	9.00
Medidas 10	24.00	14.05	8.95
Promedio	24.05	14.06	9.04
Medidas de fabrica	24.00	14.00	9.00
V (%)	0.21%	0.43%	0.44%

Fuente elaboración propia 2022.

**Interpretación:** observando los resultados de variación dimensional en porcentaje, los valores obtenidos están por debajo de los parámetros mínimos que exige el (RNE E.070, 2021), las unidades estarían clasificando como una unidad de albañilería tipo V.

**Segundo objetivo: Ensayo de alabeo.**

**Tabla 10** alabeo de unidades de albañilería de concreto liviano de diseño 1 + 0% PER.

<b>Cara</b>	<b>Cara 1</b>		<b>Cara 2</b>	
	<b>Cóncavo (mm)</b>	<b>Convexo (mm)</b>	<b>Cóncavo (mm)</b>	<b>Convexo (mm)</b>
Medidas 1	0	1	0	0
Medidas 2	0	0	0	0
Medidas 3	1	0	1	0
Medidas 4	0	1	0	0
Medidas 5	0	0	0	1
Medidas 6	0	1	0	0
Medidas 7	1	0	1	0
Medidas 8	0	0	0	2
Medidas 9	0	0	0	0
Medidas 10	0	0	1	0
Promedio	0.2	0.3	0.3	0.3
Alabeo en Cóncavo (mm)			0.25	
Alabeo en Convexo (mm)			0.30	

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Tabla 11** alabeo de unidades de albañilería de concreto liviano de diseño 1 + 20% PER.

Cara	Cara 1		Cara 2	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
Medidas 1	0	2	0	0
Medidas 2	1	0	2	0
Medidas 3	0	0	0	0
Medidas 4	0	1	0	1
Medidas 5	0	0	0.5	0
Medidas 6	2	0	0	0
Medidas 7	0	1	1	0
Medidas 8	0	0	0	2
Medidas 9	1.5	0	0	0
Medidas 10	0	0	0	1
Promedio	0.45	0.4	0.35	0.4
Alabeo en Cóncavo (mm)			0.40	
Alabeo en Convexo (mm)			0.40	

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Tabla 12** alabeo de unidades de albañilería de concreto liviano de diseño 1 + 30% PER.

Cara	Cara 1		Cara 2	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
Medidas 1	1	0	0	0
Medidas 2	0	2	0	0
Medidas 3	0	1	0	2
Medidas 4	0	0	1	0
Medidas 5	2	1	0	0
Medidas 6	0	0	1	0
Medidas 7	0	0	0	1
Medidas 8	1	1.5	2	0
Medidas 9	0	0	0	0
Medidas 10	0.5	1	0	1.5
Promedio	0.45	0.65	0.4	0.45
Alabeo en Cóncavo (mm)			0.43	
Alabeo en Convexo (mm)			0.55	

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Tabla 13** alabeo de unidades de albañilería de concreto liviano de diseño 1 + 40% PER.

Cara	Cara 1		Cara 2	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
Medidas 1	0	3	0	0
Medidas 2	0	1	0	0
Medidas 3	1	0	1	0
Medidas 4	0	0	0	0
Medidas 5	2	1.5	0	1
Medidas 6	1.5	0	2	0
Medidas 7	0	1	0	1
Medidas 8	0	0	2	0
Medidas 9	1	0	0	2
Medidas 10	1.5	0	0	1
Promedio	0.7	0.65	0.5	0.5
Alabeo en Cóncavo (mm)			0.60	
Alabeo en Convexo (mm)			0.58	

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Interpretación:** revisando los resultados las unidades de albañilería de concreto liviano presentan en promedio alabeo por debajo de los parámetros exigidos en el (RNE E.070, 2021), y estaría clasificando como una unidad de albañilería tipo V.

**Tercer objetivo: Peso unitario de concreto endurecido.**

**Tabla 14** peso unitario (Pu) de unidades de albañilería a la edad de 28 días.

<b>Diseño</b>	<b>Largo(cm)</b>	<b>Ancho(cm)</b>	<b>Alto(cm)</b>	<b>Peso(Kg)</b>	<b>Pu (kg/m3)</b>
D1+0%PER	24.20	14.01	9.05	6.918	2254.65
	24.05	14.02	9.00	6.834	2252.01
	24.10	14.01	9.05	6.891	2255.17
	24.00	14.00	9.00	6.814	2253.31
	24.05	14.05	9.10	6.925	2252.10
D1+20%PER	24.00	14.05	9.10	5.890	1919.49
	24.00	14.00	9.00	5.797	1917.00
	24.10	14.10	9.05	5.904	1919.82
	24.05	14.00	9.00	5.813	1918.29
	24.03	14.05	9.00	5.825	1917.01
D1+30%PER	24.01	14.02	9.15	5.403	1754.18
	24.05	14.10	9.00	5.344	1751.01
	24.00	14.00	9.10	5.362	1753.66
	24.05	14.01	9.05	5.343	1752.20
	24.00	14.00	9.00	5.302	1753.31
D1+40%PER	24.00	13.95	9.05	4.808	1586.83
	24.10	14.00	9.10	4.863	1583.86
	24.05	14.10	9.10	4.897	1586.92
	23.95	14.10	9.00	4.815	1584.27
	24.00	14.05	8.95	4.780	1583.86

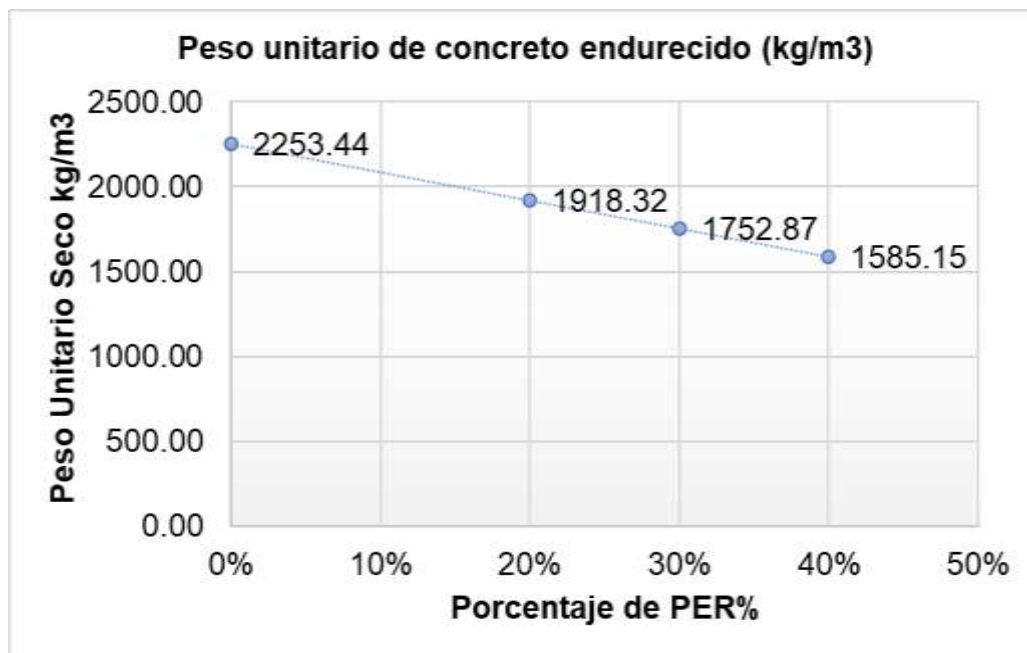
Fuente: Elaboración propia, 2022

**Tabla 15** resumen de peso unitario en kg/m<sup>3</sup> de unidades de albañilería de concreto liviano de diferentes dosificaciones con adición de PER.

N°	D1+0%PER	D1+20%PER	D1+30%PER	D1+40%PER
1	2254.65	1919.49	1754.18	1586.83
2	2252.01	1917.00	1751.01	1583.86
3	2255.17	1919.82	1753.66	1586.92
4	2253.31	1918.29	1752.20	1584.27
5	2252.10	1917.01	1753.31	1583.86
Promedio:	2253.44	1918.32	1752.87	1585.15
% PER	0%	20%	30%	40%

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Figura 2** representación gráfica de peso unitario de concreto seco de unidades de albañilería de concreto liviano de diferentes dosificaciones con adición de PER.



Fuente: Elaboración propia, 2022

**Interpretación:** según los resultados se observa que a medida que se agrega PER en porcentajes de 20%, 30% y 40% reemplazando la arena se ve una reducción de

peso considerable por debajo de 1850kg/m<sup>3</sup> que se consideran concreto liviano según (RNE E.060, 2009).

**Cuarto objetivo: Ensayo de resistencia a compresión axial.**

Las siguientes tablas presentan resultados determinados por el laboratorio.

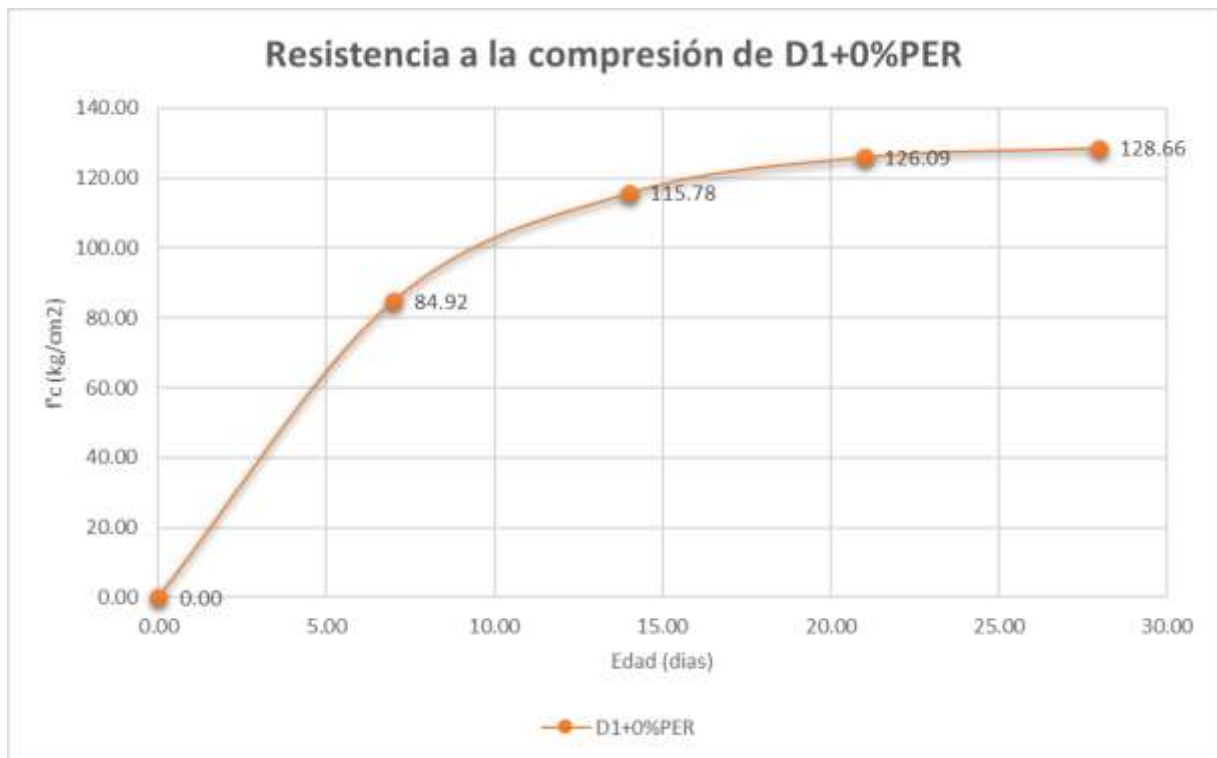
**Tabla 16** resultados de f'b a diferentes edades de diseño 1 + 0%PER.

Descripción	Edad en Días	Área en cm <sup>2</sup>	Resistencia f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'b
D1 M1	7	343.64	84.87	84.92
D1 M2		341.42	84.88	
D1 M3		343.64	84.97	
D1 M4		338.40	84.96	
D1 M5	14	336.00	116.08	115.78
D1 M6		339.11	115.48	
D1 M7		336.50	115.88	
D1 M8		337.90	115.68	
D1 M9	21	341.42	126.29	126.09
D1 M10		336.00	126.19	
D1 M11		340.90	125.89	
D1 M12		337.20	125.99	
D1 M13	28	339.04	128.96	128.66
D1 M14		337.18	129.06	
D1 M15		337.64	128.26	
D1 M16		336.00	128.66	
D1 M17		337.90	128.36	

Fuente elaboración propia 2022.



**Figura 3** representación gráfica de  $f'_b$  a diferentes edades de diseño 1 + 0%PER.



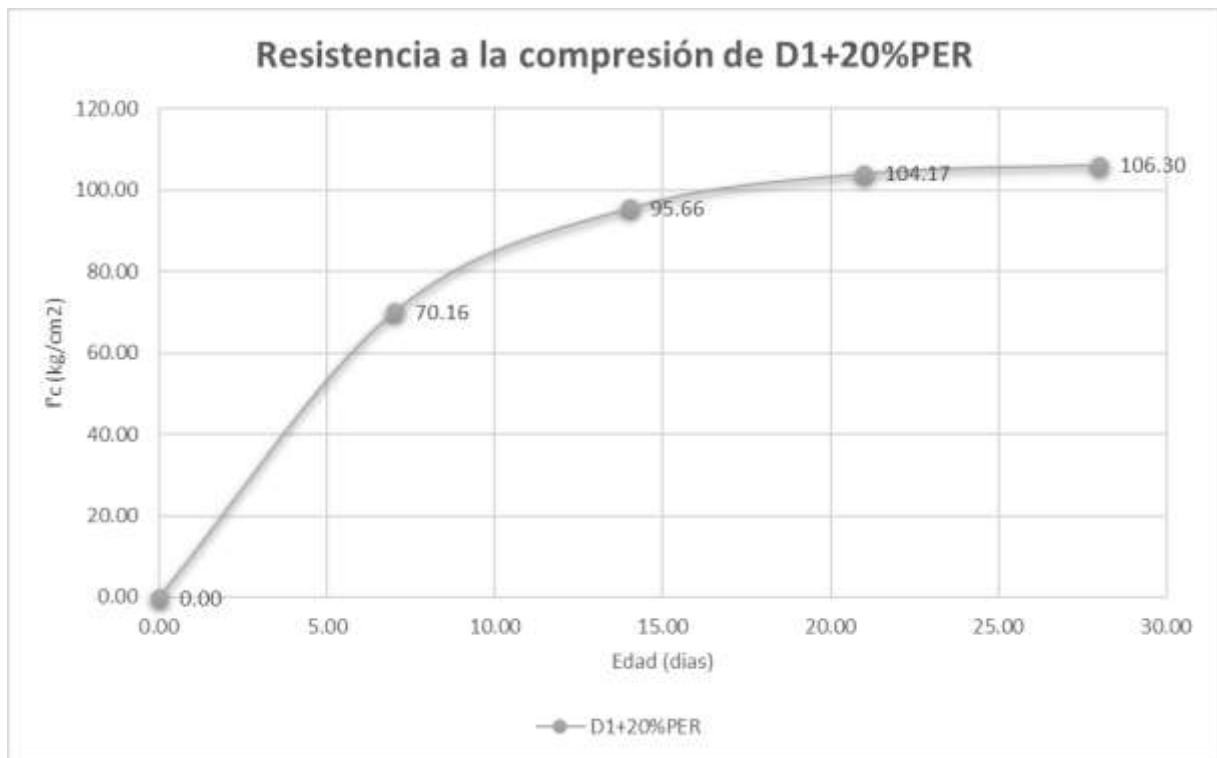
Fuente elaboración propia 2022.

**Tabla 17** resultados de f'b a diferentes edades de diseño 1 + 20%PER.

Descripción	Edad en Días	Área en cm <sup>2</sup>	Resistencia f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'b
D2 M1	7	337.40	70.11	70.16
D2 M2		336.70	70.12	
D2 M3		337.90	70.21	
D2 M4		338.80	70.20	
D2 M5	14	339.81	95.96	95.66
D2 M6		340.80	95.36	
D2 M7		338.40	95.76	
D2 M8		338.61	95.56	
D2 M9	21	336.70	104.37	104.17
D2 M10		338.10	104.27	
D2 M11		338.40	103.97	
D2 M12		342.22	104.07	
D2 M13	28	337.20	106.40	106.30
D2 M14		336.00	106.50	
D2 M15		339.81	106.10	
D2 M16		336.70	106.30	
D2 M17		337.62	106.20	

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Figura 4** representación gráfica de  $f'_b$  a diferentes edades de diseño 1 + 20%PER.



Fuente: Elaboración propia, 2022

**Tabla 18** resultados de f'b a diferentes edades de diseño 1 + 30%PER.

Descripción	Edad en Días	Área en cm <sup>2</sup>	Resistencia f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'b
D3 M1	7	336.00	59.45	59.50
D3 M2		337.34	59.46	
D3 M3		338.40	59.55	
D3 M4		336.70	59.54	
D3 M5	14	337.20	81.42	81.12
D3 M6		341.51	80.82	
D3 M7		338.80	81.22	
D3 M8		337.20	81.02	
D3 M9	21	340.20	88.54	88.34
D3 M10		338.85	88.44	
D3 M11		337.20	88.14	
D3 M12		339.11	88.24	
D3 M13	28	336.62	90.31	90.14
D3 M14		339.11	90.29	
D3 M15		336.00	89.98	
D3 M16		336.94	90.14	
D3 M17		336.00	90.00	

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Figura 5** representación gráfica de  $f'_b$  a diferentes edades de diseño 1 + 30%PER.



Fuente: Elaboración propia, 2022

**Tabla 19** resultados de f'b a diferentes edades de diseño 1 + 40%PER.

Descripción	Edad en Días	Área en cm <sup>2</sup>	Resistencia f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'b
D4 M1	7	336.70	50.92	50.97
D4 M2		333.74	50.93	
D4 M3		338.40	51.02	
D4 M4		336.28	51.01	
D4 M5	14	339.11	69.80	69.50
D4 M6		336.20	69.20	
D4 M7		338.80	69.60	
D4 M8		337.20	69.40	
D4 M9	21	337.40	75.89	75.69
D4 M10		338.61	75.79	
D4 M11		339.11	75.49	
D4 M12		342.93	75.59	
D4 M13	28	334.80	77.46	77.23
D4 M14		337.40	77.38	
D4 M15		339.11	77.00	
D4 M16		337.70	77.23	
D4 M17		337.20	77.08	

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Figura 6** representación gráfica de  $f'_b$  a diferentes edades de diseño 1 + 40%PER.



Fuente: Elaboración propia, 2022

**Figura 7** representación gráfica de  $f'_b$  a diferentes edades y diferentes dosificaciones.



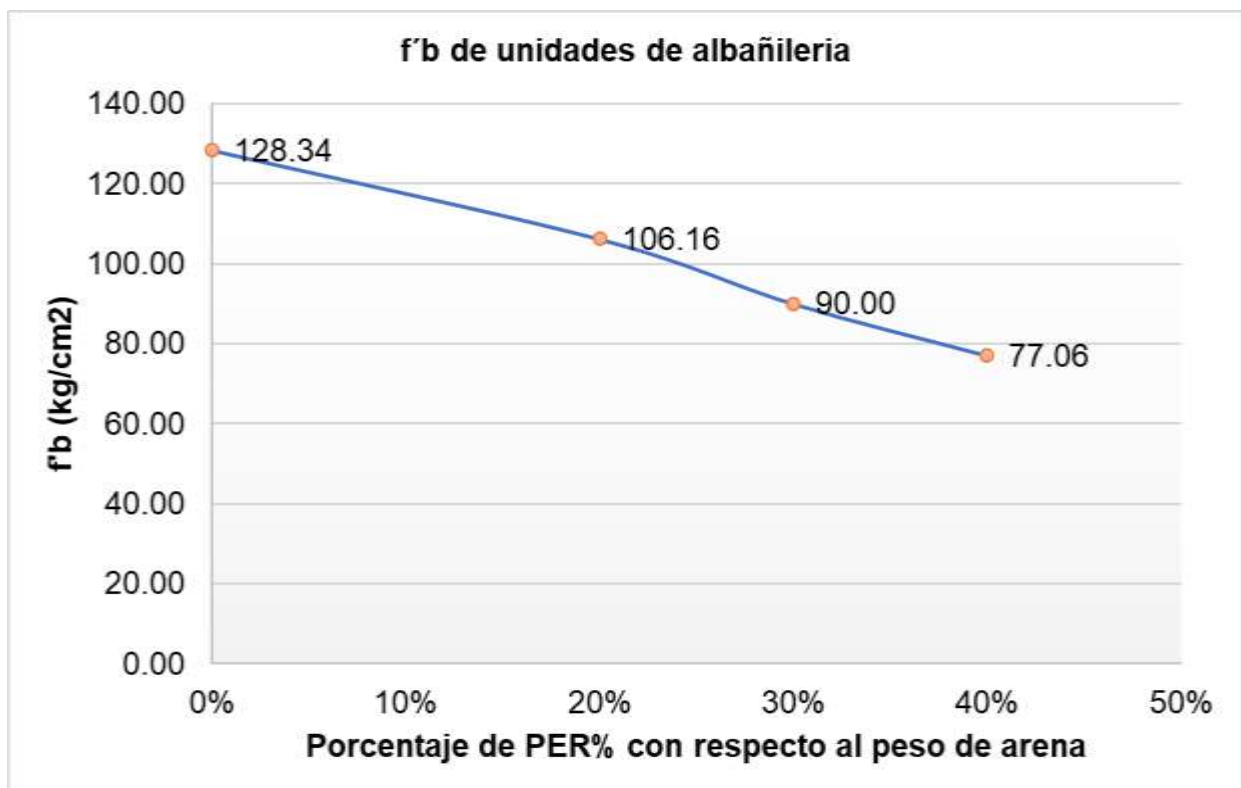
Fuente: Elaboración propia, 2022

**Tabla 20** resultados de  $f'b$  de unidades de albañilería a 28 días de edad.

N°	D1+0%PER	D1+20%PER	D1+30%PER	D1+40%PER
1	128.96	106.40	90.31	77.46
2	129.06	106.50	90.29	77.38
3	128.26	106.10	89.98	77.00
4	128.66	106.30	90.14	77.23
5	128.36	106.20	90.00	77.08
Promedio:	128.66	106.30	90.14	77.23
$\sigma$ :	0.3162	0.1414	0.1413	0.1737
$f'b(kg/cm^2)$	128.34	106.16	90.00	77.06

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Figura 8** representación gráfica de resistencia a compresión ( $f'b$ ) de unidades de albañilería de diferentes dosificaciones.



Fuente de elaboración propia 2022.



**Interpretación:** según los resultados obtenidos se puede observar que al agregar poliestireno expandido reciclado (PER) en porcentajes de 20%, 30% y 40% disminuye la resistencia a compresión de unidades de albañilería al mismo tiempo en las unidades se reduce el peso aligerando la carga, según (RNE E.070, 2021) a la edad de 28 días estarían clasificando como:

Diseño 1 + 0%PER como clase III usado para muros portantes.

Diseño 1 + 20%PER como clase III usado para muros portantes.

Diseño 1 + 30%PER como clase II usado para muros portantes.

Diseño 1 + 40%PER como clase II usado para muros portantes.

### Ensayo de absorción.

Nota: Ws (peso saturado en agua), Wd (peso secado al horno).

**Tabla 21** absorción de unidades de albañilería de concreto liviano de diseño 1 + 0% PER.

<b>Muestra</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
Ws (kg)	7.18	7.2	7.22
Wd (kg).	6.87	6.88	6.9
Absorción (%)	4.51	4.65	4.64
Promedio (%)	4.60		

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Tabla 22** absorción de unidades de albañilería de concreto liviano de diseño 1 + 20% PER.

<b>Muestra</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
Ws (kg)	6.19	6.17	6.17
Wd (kg).	5.8	5.78	5.79
Absorción (%)	6.72	6.75	6.56
Promedio (%)	6.68		

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Tabla 23** absorción de unidades de albañilería de concreto liviano de diseño 1 + 30% PER.

<b>Muestra</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
Ws (kg)	5.77	5.73	5.79
Wd (kg).	5.33	5.32	5.36
Absorción (%)	8.26	7.71	8.02
Promedio (%)	7.99		

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Tabla 24** absorción de unidades de albañilería de concreto liviano de diseño 1 + 40% PER.

<b>Muestra</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
Ws (kg)	5.39	5.38	5.41
Wd (kg).	4.9	4.89	4.91
Absorción (%)	10.00	10.02	10.18
Promedio (%)	10.07		

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Interpretación:** según los resultados obtenidos la absorción promedio están dentro de los parámetros según (RNE E.070, 2021).

**Quinto objetivo: Análisis de costos unitarios** para la producción de unidades de albañilería se calculó según (Ramos, 2003) ver anexos.

**Tabla 25** resumen de costo de producción de unidades de albañilería.

Diseño	Costo de Producción
Diseño patrón	0.63
Diseño + 20%PER	0.66
Diseño + 30%PER	0.67
Diseño + 40%PER	0.68

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Figura 9** representación gráfica de variación de costo de producción.



Fuente propia 2022.

**Interpretación:** revisando los resultados se puede observar que el costo de producción varía en un costo mínimo, pero al mismo tiempo se consigue aligerar el peso reduciendo así la carga para las estructuras.

## V. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio es “evidenciar la influencia de poliestireno expandido reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de concreto liviano para muros portantes”, se investigó como cambian las propiedades físicas como mecánicas de unidades de albañilería al adicionar poliestireno expandido reciclado PER en porcentajes a un diseño 1 por el criterio de “diseño de mezcla por el método de Walker”.

Para realizar este estudio nos encontramos con algunas limitaciones, como es la escasa información relacionado al tema principal, este estudio servirá de base para futuras investigaciones relacionadas a la idea principal.

Para la discusión de resultados se seleccionan 3 investigaciones: (Álvarez & Meca, 2018) quien realiza diseño de unidades de albañilería de concreto liviano, a base de poliestireno expandido, (Cuevas & Champi, 2020) quien determina las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería producidos con concreto liviano a base de adición de perlas de poliestireno expandido, (Lapa, 2020) quien estudia el efecto poliestireno expandido en propiedades físicas y mecánicas en las unidades de albañilería a base de concreto y el (RNE E.070, 2021).

El diseño de mezcla: en (Álvarez & Meca, 2018) se realizó el diseño de unidades de albañilería con concreto liviano a base de adición de poliestireno expandido modificado, el diseño de mezcla se realizó a base de la norma (ACI 523.3R-14, 2014) llegando a una dosificación: cemento de 379.29 kg por m<sup>3</sup>, agregado fino 1108.87 kg por m<sup>3</sup>, poliestireno expandido modificado 30.1 kg por m<sup>3</sup> y agua 231.84 lt por m<sup>3</sup>, en (Lapa, 2020) se plantea con diseño variando la relación agua cemento de 0.6, 0.7 y 0.8 y utiliza como criterio de diseño el “diseño de mezcla por el método de Walker”, en nuestra investigación por diferentes criterios como ejemplo “mientras la relación de agua cemento es menor el costo de producción asciende”, se opta por una relación de agua cemento 0.6 y para calcular la cantidad de arena y agua se utiliza el diseño de mezcla a base del criterio de “diseño de mezcla por el método de Walker” calculando primero el volumen de la pasta, llegando así a un diseño patrón en seco de cemento 283.33 kg por m<sup>3</sup>, agua de 170 lt por m<sup>3</sup>, arena 1644.72 kg por m<sup>3</sup> a la cual se ajusta por humedad y se adiciona PER en porcentajes de 20%, 30% y 40% reemplazando a la arena.

Variación dimensional: (Álvarez & Meca, 2018) determinan: ancho 0.0009%, largo 0.0004% y alto de 0.0015%, (Cuevas & Champi, 2020) determinan: largo: 4%, ancho: 6% y altura de 6%, (Lapa, 2020) determina: largo: 0.04%, ancho: -0.78% y altura de 0.36%, en nuestra investigación se calculó en promedio para diseño 1 + 0%PER largo: 0.46%, ancho: 0.17% y alto: 0.56%, diseño 1 + 20%PER largo: 0.24%, ancho: 0.39% y alto: 0.44%, diseño 1 + 30%PER largo: 0.23%, ancho: 0.28% y alto: 0.56% y diseño 1 + 40%PER largo: 0.21%, ancho: 0.43% y alto: 0.44%, se observa que los resultados obtenidos no varían en gran porcentaje sin embargo según (RNE E.070, 2021) clasifica como una unidad de albañilería sólida.

Alabeo: (Álvarez & Meca, 2018) presenta un alabeo en 0, (Cuevas & Champi, 2020) determinan alabeo máximo de 1.25mm, (Lapa, 2020) determina en cóncavo de 0.15mm y convexo de 0.65 mm, en nuestra investigación se calculó un alabeo promedio para diseño 1 + 0%PER en cóncavo de 0.25mm y convexo de 0.30mm, para diseño 1 + 20%PER en cóncavo de 0.4mm y convexo de 0.4mm, para diseño 1 + 30%PER en cóncavo de 0.43mm y convexo de 0.55mm y para diseño 1 + 40%PER en cóncavo de 0.60mm y convexo de 0.58mm, se presenta un alabeo mínimo y similar de los demás autores sin embargo según la norma (RNE E.070, 2021) clasifica como una unidad de albañilería sólida.

Peso unitario seco: (Álvarez & Meca, 2018) determinan 1679.01 kg/m<sup>3</sup>, (Lapa, 2020) determina 1909.09 kg/m<sup>3</sup>, en nuestra investigación se calcula para diseño 1 + 0%PER 2253.44 kg por m<sup>3</sup>, diseño 1 + 20%PER 1918.32 kg por m<sup>3</sup>, diseño 1 + 30%PER 1752.87 kg por m<sup>3</sup> y diseño 1 + 40%PER 1585.15 kg por m<sup>3</sup>, los dos últimos dosificaciones están por debajo de 1850 kg por m<sup>3</sup> que se considera concreto liviano según (RNE E.060, 2009) y así se reduce el peso en las estructuras.

Resistencia a la compresión a 28 días: (Álvarez & Meca, 2018) determinan 69.75 kg/cm<sup>2</sup>, (Cuevas & Champi, 2020) determinan 24.41 kg/cm<sup>2</sup>, en (Lapa, 2020) determina 77.77 kg/cm<sup>2</sup>, en nuestra investigación se determina un valor de resistencia característica a compresión para diseño 1 + 0%PER de 128.34 kg/cm<sup>2</sup>, diseño 1 + 20%PER de 106.16 kg/cm<sup>2</sup>, diseño 1 + 30%PER de 90 kg/cm<sup>2</sup> y diseño 1 + 40%PER de 77.06 kg/cm<sup>2</sup>, que es muy superior al valores obtenidos en los demás investigaciones, uno de los factores puede ser la forma de unidad, según la norma

(RNE E.070, 2021) clasifica como una unidad de albañilería sólida para la construcción de muros portantes.

Absorción: (Álvarez & Meca, 2018) determinan 5.652%, (Cuevas & Champi, 2020) determinan 5.64%, (Lapa, 2020) determina 6.88%, en nuestra investigación se determina para diseño 1 + 0%PER 4.6%, diseño 1 + 20%PER 6.68%, diseño 1 + 30%PER 7.99% y diseño 1 + 40%PER 10.07%, que son similar a los valores obtenidos de los autores mencionados y según (RNE E.070, 2021) está dentro de los límites mínimos.

Costo de producción por unidad: (Álvarez & Meca, 2018) determinan S/. 2.33 soles, (Cuevas & Champi, 2020) determinan S/. 1.64 soles, (Lapa, 2020) determina S/. 0.58 soles, en nuestra investigación el costo esta entre S/. 0.63 – 0.68 soles que es menor que (Álvarez & Meca, 2018) y (Cuevas & Champi, 2020) y cercano a (Lapa, 2020) y viable para su producción en grandes cantidades.

## VI. CONCLUSIONES

- ✓ La dosificación óptima para producción de unidades de albañilería según los resultados obtenidos es diseño 1 + 30%PER cemento 283.33 kg/m<sup>3</sup>, arena 1166.388 kg/m<sup>3</sup>, agua 217.533 lt/m<sup>3</sup> y PER 2.961 kg/m<sup>3</sup>, y para diseño 1 + 40%PER cemento 283.33 kg/m<sup>3</sup>, arena 999.761 kg/m<sup>3</sup>, agua 217.533 lt/m<sup>3</sup> y PER 3.948 kg/m<sup>3</sup>.
- ✓ La variación dimensional para las dosificaciones escogidas diseño 1 + 30%PER largo: 0.23%, ancho: 0.28% y alto: 0.56% y diseño 1 + 40%PER largo: 0.21%, ancho: 0.43% y alto: 0.44%, que según (RNE E.070, 2021) está dentro de los rangos permisibles y clasifica como una unidad de albañilería sólida.
- ✓ El alabeo calculado para las dosificaciones escogidas diseño 1 + 30%PER en cóncavo de 0.43mm y convexo de 0.55mm y para diseño 1 + 40%PER en cóncavo de 0.60mm y convexo de 0.58mm, según (RNE E.070, 2021) clasifica como una unidad de albañilería sólida.
- ✓ El peso unitario seco calculado para diseño 1 + 30%PER es 1752.87 kg por m<sup>3</sup> y diseño 1 + 40%PER es 1585.15 kg por m<sup>3</sup>, en las dos dosificaciones el peso unitario seco está por debajo de 1850kg/m<sup>3</sup> y se considera concreto liviano según (RNE E.060, 2009) y esto reduce en gran porcentaje el peso de una estructura y de tal modo reduce el costo de una edificación.
- ✓ La resistencia característica a compresión ( $f'_{b}$ ) a la edad de 28 días, de las unidades de albañilería de concreto liviano para diseño 1 + 30%PER es de 90 kg/cm<sup>2</sup> y diseño 1 + 40%PER es de 77.06 kg/cm<sup>2</sup>, según (RNE E.070, 2021) clasifica como una unidad de albañilería sólida de clase III y II para muros portantes.
- ✓ La absorción calculada por los ensayos de laboratorio para diseño 1 + 30%PER es 7.99% y diseño 1 + 40%PER es 10.07%, que está dentro de los límites según (NTP 399.601, 2015).
- ✓ La producción por unidad calculada para diseño 1 + 30%PER s/. 0.67 soles y diseño 1 + 40%PER s/. 0.68 soles, su variación dependen del lugar, disponibilidad de materiales y ubicación geográfica.
- ✓ De acuerdo a los resultados obtenidos es viable el uso de estas unidades de albañilería dependiendo de la resistencia requerida y los beneficios que ofrecen cada uno de los diseños, el diseño 1 + 30%PER y diseño 1 + 40%PER

son unidades de albañilería de concreto liviano por su menor peso unitario seco y que clasifican como una unidad de albañilería solida de clase III y II que pueden ser usadas en muros portantes y muros de tabiquería en la construcción de edificaciones de menor envergadura en lugares donde no se tiene acceso a unidades de albañilería mecanizadas o el costo elevado a la que se cotizan en la zona, para la producción de estas unidades no se necesitan de equipos industriales basta con una mezcladora tipo trompo, moldes con dimensiones definidas y materiales que en mayoría de los lugares existen en la zona.



## VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda trabajar con la dosificación de diseño 1 + 30%PER (cemento 283.33 kg/m<sup>3</sup>, arena 1166.388 kg/m<sup>3</sup>, agua 217.533 lt/m<sup>3</sup> y PER 2.961 kg/m<sup>3</sup>).
- ✓ Se recomienda trabajar con moldes de dimensiones bien definidas, superficie plana bien nivelada y tener cuidado al momento del desencofrado para no tener mucha variación dimensional.
- ✓ Se recomienda trabajar en una superficie plana y nivelada para reducir el alabeo en las unidades de albañilería.
- ✓ Por su peso unitario seco se recomienda el uso de diseño 1 + 30%PER y diseño 1 + 40%PER con las que se consigue un peso unitario seco de 1752.87 kg/m<sup>3</sup> y 1585.15 kg/m<sup>3</sup> respectivamente que están por debajo de 1850kg/m<sup>3</sup> y se considera concreto liviano según el RNE E.060,2009.
- ✓ Por su resistencia promedio a compresión axial ( $f'b$ ) se recomienda trabajar con el diseño 1 + 30%PER con la que se llega a  $f'b= 90$  kg/cm<sup>2</sup> y que clasifica como una unidad de albañilería de clase III según RNE E.070.
- ✓ Por su absorción es recomendable el uso de diseño 1 + 30%PER ya que se tiene una absorción de 7.99% que está por debajo de lo exigido por la norma que es 12%.
- ✓ Se recomienda la producción de diseño 1 + 30%PER por su bajo costo de fabricación y el beneficio que esta ofrece al clasificar como una unidad de albañilería de clase III.
- ✓ Se recomienda su uso en muros de tabiquería, muros portantes en edificaciones de menor envergadura, muros de cercos perimétricos, etc.
- ✓ Finalmente, se recomienda realizar una investigación amplia por la escasez de información existente sobre el tema planteado en esta tesis, para lograr mayores objetivos, la influencia de variabilidad de diámetros de poliestireno expandido reciclado (PER) en resistencia característica de unidades de albañilería, ensayos de resistencia axial en pilas de unidades de albañilería a base de adición de PER, ensayo de resistencia a corte de muretes de unidades de albañilería a base de adición de PER y plantear más dosificaciones y diferentes tipos y clases de unidades de albañilería.

## REFERENCIAS

- Aceros Arequipa. (s. f.). *Tipos de cemento—Usos del cemento | Aceros Arequipa*. Recuperado 16 de septiembre de 2022, de <https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-del-maestro-constructor/el-cemento>
- Álvarez, M. Á., & Meca, I. E. (2018). Diseño de unidades de albañilería de concreto liviano a base de poliestireno expandido, Piura- 2018. *Universidad César Vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31998>
- Guide for Cellular Concretes above 50 lb/ft<sup>3</sup>(800 kg/m<sup>3</sup>). ACI 523.3R-14, (2014).
- ANAPE. (2022). El Poliestireno Expandido—EPS. *Abc Pack*. <https://www.abc-pack.com/enciclopedia/que-es-el-eps-el-poliestireno-expandido-eps/>
- Andía, J., & Erazo, R. (2021). Resistencia a la compresión del concreto con adición del poliestireno expandido y extruido reciclados. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 24(48), 307-314. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v24i48.20725>
- ASALE, R.-, & RAE. (s. f.). *Poliestireno | Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado 12 de mayo de 2022, de <https://dle.rae.es/poliestireno>
- Standard Specification for Portland Cement ASTM C150/C150M–12. Recuperado 20 de mayo de 2022, de [https://kupdf.net/download/astm-c150\\_5b841912e2b6f5b51c57c600\\_pdf](https://kupdf.net/download/astm-c150_5b841912e2b6f5b51c57c600_pdf)
- Standard Specification for Concrete Aggregates, (2011). [https://www.astm.org/c0033\\_c0033m-11.html](https://www.astm.org/c0033_c0033m-11.html)
- Standard Test Method for Determining Density of Structural Lightweight Concrete, (2012). <https://civilfield.co/wp-content/uploads/2021/09/C-567.pdf>
- Test Methods for Sampling and Testing Concrete Masonry Units and Related Units. ASTM C140-11a, (2014). <https://doi.org/10.1520/C0140-11A>
- Standard Specification for Ready-Mixed Concrete, (2022). [https://www.astm.org/c0094\\_c0094m-22.html](https://www.astm.org/c0094_c0094m-22.html)

- Atao, C., Máximo, Ancheyta, S., & Karim, S. (2018). Resistencia a la compresión axial simple de bloques huecos de concreto elaborados con fibras de polipropileno.: *Yachay - Revista Científico Cultural*, 7(01), 389-395. <https://doi.org/10.36881/yachay.v7i01.89>
- CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio NTP 339.183, (2013). <https://pdfcoffee.com/ntp-339183-2013pdf-2-pdf-free.html>
- Cuevas, H. A., & Champi, W. T. (2020). Determinación de las propiedades físico mecánicas de unidades de albañilería, fabricados a base de concreto liviano con adición de perlas de poliestireno expandido, en porcentajes de 10%, 15% y 20% en función al volumen del agregado fino. *Universidad Andina del Cusco*. <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/3606>
- ENERJET. (2021, septiembre 24). *ENERJET LE DICE NO AL TECNOPOR*. <https://www.enerjet.com.pe/blog/enerjet-le-dice-no-al-tecnopor>
- Geotecnia. (2021, marzo 14). *¿Cuál es la diferencia entre el peso específico y el peso unitario? | Diccionario* ✓. <https://www.diccionario.geotecnia.online/cual-es-la-diferencia-entre-el-peso-especifico-y-el-peso-unitario/>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptita, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw Hill Interamericana.
- Huamani, M., & Solis, S. (2020). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de arcilla maciza adicionadas con diatomita del yacimiento de San Juan de Tarucani, Arequipa 2020*. [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8087/3/IV\\_FIN\\_105\\_TI\\_Huamani\\_Solis\\_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8087/3/IV_FIN_105_TI_Huamani_Solis_2020.pdf)
- iAgua. (2021, marzo 12). *¿Cuál es la densidad del agua?* [Text]. iAgua; iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/cual-es-densidad-agua>
- Irigoin, Y. K., & Rodríguez, M. Á. (2021). Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería no estructurales de concreto liviano a base de perlas de poliestireno en la ciudad de Iquitos 2021. *Repositorio Institucional - UCP*. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1659>

- KNAUFINDUSTRIES. (2017, agosto 3). Poliestireno Expandido: Qué es y cómo se hace. *Knauf Industries*. <https://knauf-industries.es/poliestireno-expandido-que-es-y-como-se-hace/>
- Lapa, J. S. (2020). Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7710>
- Leonardo, C. T., & Lozano, J. C. (2021). Incorporación de poliestireno expandido reciclado en unidades de albañilería de concreto, Moyobamba, 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85375>
- SUELOS. Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo) NTP 339.089, (1998). <https://pdfcoffee.com/download/ntp-339089-cuarteo-4-pdf-free.html>
- Metodo De Ensayo Para Elaboracion Y Curado De Probetas Cilindricas De Concreto Ntp-339.033-1999, (1999). <https://www.udocz.com/apuntes/26384/ntp-339-033-1999-metodo-de-ensayo-para-elaboracion-y-curado-de-probetas-cilindricas-de-conc>
- Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. NTP 399.604, (2002).
- Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. NTP 399.613, (2005).
- Reglamento Nacional de Edificaciones E.020 CARGAS, (2006). <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366640/50%20E.020%20CARGAS.pdf>
- Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland NTP 339.035, (2009). <https://1library.co/document/q59kx47z-ntp-pdf.html>
- Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 CONCRETO ARMADO DS N° 010-2009, (2009).

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366660/55%20E.060%20CONCRETO%20ARMADO%20DS%20N%C2%B0%20010-2009.pdf>

Unidades de albañería: Ladrillos de Concreto, Requisitos. NTP 399.601, (2015).  
<https://pdfcookie.com/documents/ntp-399601-j267qwe4wjl4>

Reglamento Nacional de Edificaciones E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE RM-043-2019-VIVIENDA, (2019).  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366641/51%20E.030%20DISE%C3%91O%20SISMORRESISTENTE%20RM-043-2019-VIVIENDA.pdf>

Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 ALBAÑILERIA, (2021).  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366661/56%20E.070%20ALBA%C3%91ILERIA.pdf>

Paulino, J. C., & Espino, R. A. (2017). Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlititas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.  
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621457>

Ramírez, N., & Renato, G. (2017). *Aplicación del poliestireno expandido en la fabricación de unidades de concreto liviano para muros de tabiquería en la ciudad de Arequipa*.  
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/7229/45.0233.IC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ramos, J. (2003). *Costos y Presupuestos en Edificación*. (1.<sup>a</sup> ed.).

RIVVA, E. (1992). *Tecnología de concreto: Diseño de Mezclas*.

Rodríguez, H. (2017). Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural—Cajamarca. *Universidad Nacional de Cajamarca*.  
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/999>

RUMI. (2021). *Ficha técnica cemento rumi IP*. <https://www.yura.com.pe/wp-content/uploads/2021/09/ficha-tecnica-cemento-rumi-ip.pdf>

Vara, A. (2012). *Desde la Idea hasta la sustentación: Siete pasos para una tesis exitosa. Un método efectivo para las ciencias empresariales*. Unpublished.  
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2238.4080>

## **Anexos**

**Anexo 1** Matriz de consistencia.

**Anexo 2** Operacionalización de variables.

**Anexo 3** Certificado de validación del instrumento de recolección de datos.

**Anexo 4** Análisis de precios unitarios de producción de unidades de albañilería.

**Anexo 5** Diseño de mezcla método de Walker.

**Anexo 6** Resultados de laboratorio de los ensayos realizados.

**Anexo 7** Fotografías de actividades realizadas.

**Anexo 8** Especificaciones técnicas de cemento Rumi IP.

## Anexo 1

### Matriz de consistencia

**Título: “Influencia del Poliestireno Expandido Reciclado en la elaboración de Unidades de Albañilería de Concreto Liviano Para Muros Portantes Juliaca 2022”**

Problema Principal	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Descripción conceptual	Descripción operacional	Indicadores	Escala de medición
¿Cuál es la influencia de poliestireno expandido reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de concreto liviano para muros portantes?	Evidenciar la influencia de poliestireno expandido reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de concreto liviano para muros portantes.	El poliestireno expandido reciclado influye en las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de concreto liviano para muros portantes.	Variable Independiente:  poliestireno expandido.	El poliestireno es un material que se obtiene al polimerizar el estireno, se utiliza en la industria del plástico, es un material plástico muy ligero utilizado para embalajes y aislamientos. (ASALE & RAE, s. f.)	Se adicionará a la mezcla de concreto para producir concreto liviano.	Peso	Nominal
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos					
¿Cuál es la dosificación de poliestireno expandido reciclado para elaborar unidades de albañilería de concreto liviano para muros portantes?	Establecer la dosificación de poliestireno expandido reciclado para elaborar unidades de albañilería de concreto liviano para muros portantes.	La dosificación dependerá de las características de los materiales a usar en la elaboración de unidades de albañilería.	Variable Dependiente:  Unidad de Albañilería de concreto liviano	Empleada en el asentado de muros portantes. (Álvarez & Meca, 2018)	Se determinará las propiedades físicas y mecánicas de estas unidades (Huamani & Solis, 2020).	Dosificación Alveo Peso unitario seco Resistencia a la compresión f'b	Razón Intervalo Razón Intervalo
¿Cuál será el alabeo máximo de las unidades de albañilería de concreto liviano para la construcción de muros portantes?	Determinar el alabeo máximo de las unidades de albañilería de concreto liviano para la construcción de muros portantes.	En promedio no hay alabeo en las unidades de albañilería de concreto liviano para la construcción de muros portantes.					
¿Cuál será el peso unitario seco de las unidades de albañilería de concreto liviano para la construcción de muros portantes?	Determinar el peso unitario seco de las unidades de albañilería de concreto liviano para la construcción de muros portantes.	El peso unitario seco de las unidades de albañilería de concreto liviano reducirá al agregar poliestireno expandido reciclado.					
¿Cuál será la resistencia característica a compresión de unidades de albañilería de concreto liviano para la construcción de muros portantes?	Determinar la resistencia característica a compresión de unidades de albañilería de concreto liviano para la construcción de muros portantes.	La resistencia característica a compresión de las unidades de albañilería varía según el porcentaje de adición de poliestireno expandido reciclado.					
¿Será viable su uso y el costo de producción de las unidades de albañilería de concreto liviano para la construcción de muros portantes?	Evidenciar el uso y el costo de producción de las unidades de albañilería de concreto liviano para la construcción de muros portantes.	Se puede usar bloques de unidades de albañilería de concreto liviano para muros y su costo de producción está por debajo de s/. 1 sol por unidad de albañilería.					



## Anexo 2

### Operacionalización de variables

<b>Variables</b>	<b>Descripción conceptual</b>	<b>Descripción operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
Variable Independiente:  poliestireno expandido.	El poliestireno es un material que se obtiene al polimerizar el estireno, se utiliza en la industria del plástico, es un material plástico muy ligero utilizado para embalajes y aislamientos. (ASALE & RAE, s. f.)	Se adicionará a la mezcla de concreto para producir concreto liviano.	Peso	Nominal
Variable Dependiente:  Unidad de Albañilería de concreto liviano	Empleada en el asentado de muros portantes. (Álvarez & Meca, 2018)	Se determinará las propiedades físicas y mecánicas de estas unidades (Huamani & Solis, 2020).	Dosificación Alveo Peso unitario seco Resistencia a la compresión $f'b$	Razón Intervalo Razón Intervalo

## Anexo 3 Certificado de validación del instrumento de recolección de datos.

### Anexo 3: Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

#### I DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Huavillolla Ayque Fredes  
 N° de registro CIP : 151385  
 Especialidad : Ingeniero Civil

Instrumento de evaluación : Análisis granulométrico de los agregado, Peso específico y absorción del agregado, Contenido de humedad natural del agregado, Densidad de poliestireno expandido reciclado, Diseño de mezcla método de Walker, Ensayo de fluidez de mezcla, Variación dimensional de unidades de albañilería, Alabeo de unidades de albañilería, Peso unitario de concreto endurecido, Ensayo de resistencia a compresión axial de unidades de albañilería, Absorción de unidades de albañilería, Análisis de costos unitarios de producción de unidades de albañilería de concreto.

Autores del instrumento: Br. Jamachi Ccaso, Yuber Joel y Br. Zavala Hualpa, Edilson Luis

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: concreto en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: concreto					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: concreto					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>50</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

5

Juliaca, 11 de Abril de 2022

  
 Ing. Fredes Huavillolla Ayque  
 CIP. 151385

**Anexo 3: Certificado de validación del instrumento de recolección de datos**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Paredes Vera Jose Antonio  
 N° de registro CIP : 62794  
 Especialidad : Ing. Civil

Instrumento de evaluación : Análisis granulométrico de los agregado, Peso específico y absorción del agregado, Contenido de humedad natural del agregado, Densidad de poliestireno expandido reciclado, Diseño de mezcla método de Walker, Ensayo de fluidez de mezcla, Variación dimensional de unidades de albañilería, Alabeo de unidades de albañilería, Peso unitario de concreto endurecido, Ensayo de resistencia a compresión axial de unidades de albañilería, Absorción de unidades de albañilería, Análisis de costos unitarios de producción de unidades de albañilería de concreto.

Autores del instrumento: Br. Jamachi Ccaso, Yuber Joel y Br. Zavala Hualpa, Edilson Luis

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: concreto en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: concreto					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: concreto					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del Instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						50

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

\_\_\_\_\_

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 5

Juliaca, 18 de Abril de 2022

  
**UANCV - FICP**  
**CAP INGENIERIA CIVIL**  
  
 Mgr. José Antonio Paredes Vera  
 CIP 62794

### Anexo 3: Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Delgado Torres Diego Iván

N° de registro CIP : 183390

Especialidad : Ing. Civil

Instrumento de evaluación : Análisis granulométrico de los agregado, Peso específico y absorción del agregado, Contenido de humedad natural del agregado, Densidad de poliestireno expandido reciclado, Diseño de mezcla método de Walker, Ensayo de fluidez de mezcla, Variación dimensional de unidades de albañilería, Alabeo de unidades de albañilería, Peso unitario de concreto endurecido, Ensayo de resistencia a compresión axial de unidades de albañilería, Absorción de unidades de albañilería, Análisis de costos unitarios de producción de unidades de albañilería de concreto.

Autores del instrumento: Br. Jamachi Ccaso, Yuber Joel y Br. Zavaia Hualpa, Edilson Luis

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					✓
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: concreto en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: concreto					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					✓
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: concreto					✓
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del Instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>50</b>				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

5

Juliaca, 17 de Abril de 2022

VAL INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.  
Diego Iván Delgado Torres  
CIP 183390 - JEFE CA

#### Anexo 4 Diseño de mezcla método de Walker.

##### Datos:

$\gamma_{af} = 2.35 \text{ gr/cm}^3$  peso específico de la arena.

$S\% = 4.2\%$  absorción de la arena.

$W\% = 1.31\%$  humedad de la arena.

$\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$  peso específico del agua.

$\gamma_c = 2.83 \text{ gr/cm}^3$  peso específico del cemento según (rumi, 2021).

$\gamma_{pe} = 9.869 \text{ kg/m}^3$  peso unitario seco suelto de per.

##### Paso 1 selección del asentamiento de la mezcla.

$$S = 1$$

Condición de colocación seca

##### Paso 2 selección de contenido de agua de la mezcla.

tmn	volumen unitario de agua expresado en lt/m <sup>3</sup> , para los asentamientos y perfiles de agregados gruesos indicados					
	1" a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
	Agregado redondeado	Agregados Angular	Agregado redondeado	Agregados Angular	Agregado redondeado	Agregados Angular
<b>3/8</b>	185	212	201	227	230	250
<b>1/2</b>	182	201	197	216	219	238
<b>3/4</b>	170	189	185	204	208	227
<b>1</b>	163	182	178	197	197	216
<b>1 1/2</b>	155	170	170	185	185	204
<b>2</b>	148	163	163	178	178	197
<b>3</b>	136	151	151	167	163	182

Fuente: (RIVVA,1992).

$$Agua = 170 \text{ lt/m}^3$$

Por antecedentes

##### Paso 3 selección de contenido de aire para la mezcla.

Tamaño máximo nominal	Aire Atrapado
3/8	3.00%
1/2	2.50%
3/4	2.00%
1	1.50%
1 1/2	1.00%
2	0.50%
3	0.30%
6	0.20%

Fuente: (RIVVA,1992).

$$Aire = 3\%$$

En porcentaje de la tabla 4

**Paso 4** selección de relación de agua cemento.

$$a/c = 0.6$$

**Paso 5** cálculo de factor cemento.

$$cemento = \frac{Cw}{a/c} = 283.33 \left( \frac{kg}{m^3} \right)$$

**Paso 6** cálculo de volumen absoluto de la pasta.

$$C = \frac{cemento}{\gamma_c * 1000} = 0.1$$

$$Agua = \frac{170}{1000} = 0.17$$

$$Aire = 3\%$$

$$Volumen\ absoluto = 0.1 + 0.17 + 0.03 = 0.3$$

**Paso 7** cálculo de volumen de los agregados.

$$Volumen\ de\ agregados = 1 - 0.3 = 0.7$$

**Paso 8** peso seco de la arena.

$$Peso\ seco\ de\ la\ arena = 0.7 * \gamma_a * 1000 = 1644.72\ kg/m^3$$

**Paso 9** valores de diseño en seco.

$$\text{cemento} = 283.33 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{arena} = 1644.72 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agua} = 170 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{aire} = 3\%$$

**Paso 10** cálculo de peso húmedo de la arena.

$$\text{Peso humedo} = \text{arena} * (1 + W\%) = 1666.27 \text{ kg/m}^3$$

**Paso 11** cálculo de humedad superficial.

$$\text{Humedad superficial} = W\% - S\% = -0.029 \%$$

**Paso 12** cálculo de aporte de humedad de la arena.

$$\text{Aporte} = \text{arena} * (-0.029) = -47.53 \text{ lt}$$

**Paso 13** cálculo de agua efectiva.

$$\text{Agua efectiva} = 170 - (-47.53) = 217.53 \text{ lt}$$

**Paso 14** valores finales de diseño según característica de los materiales.

$$\text{cemento} = 283.33 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{arena} = 1666.27 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agua} = 217.53 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{aire} = 3\%$$

**Paso 15** volumen absoluto para un m<sup>3</sup>.

$$\text{cemento} = 0.1001$$

$$\text{arena} = 0.7091$$

$$\text{agua} = 0.2175$$

$$\text{aire} = 0.03$$

**Paso 16** cálculo de proporción en peso.

Peso seco:

$$\text{cemento} = 1 \text{ bolsa}$$

$$\text{arena} = 5.8 \text{ kg/bolsa}$$

$$\text{agua} = 25.5 \text{ lt/bolsa}$$

Peso húmedo:

$$\text{cemento} = 1 \text{ bolsa}$$

$$\text{arena} = 5.88 \text{ kg/bolsa}$$

$$\text{agua} = 32.63 \text{ lt/bolsa}$$

**Paso 17** segunda dosificación.

Al diseño patrón se le agrega 20% de poliestireno expandido reciclado con respecto al peso de arena.

$$\text{arena} = \text{arena} * 80\% = 1333.02 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{PER} = \gamma_{pe} * 20\% = 1.974 \text{ kg/m}^3$$

Valores finales:

$$\text{cemento} = 283.33 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{arena} = 1333.02 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agua} = 217.53 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{PER} = 1.974 \text{ kg/m}^3$$

**Paso 18** tercera dosificación.

Al diseño patrón se le agrega 30% de poliestireno expandido reciclado con respecto al peso de arena.

$$\text{arena} = \text{arena} * 70\% = 1166.39 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{PER} = \gamma_{pe} * 30\% = 2.961 \text{ kg/m}^3$$

Valores finales:

$$\text{cemento} = 283.33 \text{ kg/m}^3$$



$$\text{arena} = 1166.39 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agua} = 217.53 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{PER} = 2.961 \text{ kg/m}^3$$

**Paso 19** cuarta dosificación.

Al diseño patrón se le agrega 40% de poliestireno expandido reciclado con respecto al peso de arena.

$$\text{arena} = \text{arena} * 60\% = 999.76 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{PER} = \text{pe} * 40\% = 3.984 \text{ kg/m}^3$$

Valores finales:

$$\text{cemento} = 283.33 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{arena} = 999.76 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agua} = 217.53 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{PER} = 3.984 \text{ kg/m}^3$$

**Resumen de las dosificaciones.**

<b>Materiales</b>	<b>Per 0%</b>	<b>Per 20%</b>	<b>Per 30%</b>	<b>Per 40%</b>	<b>Und.</b>
Cemento	283.33	283.33	283.33	283.33	Kg/m <sup>3</sup>
Arena	1666.27	1333.02	1166.39	999.76	Kg/m <sup>3</sup>
Agua	217.53	217.53	217.53	217.53	Lt/m <sup>3</sup>
Per	0	1.974	2.961	3.948	Kg/m <sup>3</sup>

**Anexo 5** Análisis de precios unitarios para producción de unidades de albañilería

**Tabla 1** análisis de precios unitarios para producción de unidades de albañilería de diseño 1 + 0%PER.

Rendimiento	4000	Und/día	Costo unitario directo por : und			0.63
Descripción recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	Parcial s/.
Mano de obra						
Operario		hh	1	0.0020	8.75	0.02
Peón		hh	1	0.0020	6.25	0.01
Total						0.03
Materiales						
Arena gruesa		m3		0.0023	20.00	0.05
Cemento portland tipo I (42.5 kg)		bol		0.0212	24.00	0.51
Agua		und		0.0010	5.00	0.01
Total						0.56
Equipos						
Herramientas manuales		%mo		3%	0.03	0.001
Molde para producción unidades de albañilería de concreto		he	1	0.0020	10.00	0.02
Mezcladora de concreto		hm	1	0.0020	12.00	0.02
Total						0.04

Fuente elaboración propia 2022

**Tabla 2** análisis de precios unitarios para producción de unidades de albañilería de diseño 1 + 20%PER.

Rendimiento	4000	Und/día	Costo unitario directo por : und			0.66
Descripción recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	Parcial s/.
Mano de obra						
Operario		hh	1	0.0020	8.75	0.02
Peón		hh	1	0.0020	6.25	0.01
Total						0.03
Materiales						
Arena gruesa		m3		0.0018	20.00	0.04
Poliestireno expandido		kg		0.0063	5.00	0.03
Cemento portland tipo I (42.5 kg)		bol		0.0212	24.00	0.51
Agua		und		0.0010	5.00	0.01
Total						0.58
Equipos						
Herramientas manuales		%mo		3%	0.03	0.001
Molde para producción unidades de albañilería de concreto		he	1	0.0020	10.00	0.02
Mezcladora de concreto		hm	1	0.0020	12.00	0.02
Total						0.04

Fuente elaboración propia 2022

**Tabla 3** análisis de precios unitarios para producción de unidades de albañilería de diseño 1 + 30%PER.

Rendimiento	4000	Und/día	Costo unitario directo por : und				0.67
Descripción recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	Parcial s/.
Mano de obra							
Operario			hh	1	0.0020	8.75	0.02
Peón			hh	1	0.0020	6.25	0.01
Total							0.03
Materiales							
Arena gruesa			m3		0.0016	20.00	0.03
Poliestireno expandido			kg		0.0094	5.00	0.05
Cemento portland tipo I (42.5 kg)			bol		0.0212	24.00	0.51
Agua			und		0.0010	5.00	0.01
Total							0.59
Equipos							
Herramientas manuales			%mo		3%	0.03	0.001
Molde para producción unidades de albañilería de concreto			he	1	0.0020	10.00	0.02
Mezcladora de concreto			hm	1	0.0020	12.00	0.02
Total							0.04

Fuente elaboración propia 2022

**Tabla 4** análisis de precios unitarios para producción de unidades de albañilería de diseño 1 + 40%PER.

Rendimiento	4000	Und/día	Costo unitario directo por : und				0.68
Descripción recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	Parcial s/.
Mano de obra							
Operario			hh	1	0.0020	8.75	0.02
Peón			hh	1	0.0020	6.25	0.01
Total							0.03
Materiales							
Arena gruesa			m3		0.0014	20.00	0.03
Poliestireno expandido			kg		0.0125	5.00	0.06
Cemento portland tipo I (42.5 kg)			bol		0.0212	24.00	0.51
Agua			und		0.0010	5.00	0.01
Total							0.60
Equipos							
Herramientas manuales			%mo		3%	0.03	0.001
Molde para producción unidades de albañilería de concreto			he	1	0.0020	10.00	0.02
Mezcladora de concreto			hm	1	0.0020	12.00	0.02
Total							0.04

Fuente elaboración propia 2022.

## Anexo 6 Resultados de laboratorio de los ensayos realizados.



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

---

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO REICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022"

**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
 : BACH: Edilson Luis ZAVALA HUALPA

**CANTERA** : YOCARA - JULIACA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

**FECHA** : 17 DE MARZO DEL 2022

MUESTRA : ARENA M - 01	
N° DE TARRO	B-1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	510.10
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	504.00
PESO DEL TARRO (gr.)	37.91
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	472.19
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	466.09
PESO DEL AGUA (gr.)	6.10
% HUMEDAD	1.31

MUESTRA : ARENA M - 02	
N° DE TARRO	A-23
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	500.00
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	494.05
PESO DEL TARRO (gr.)	30.98
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	463.02
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	457.07
PESO DEL AGUA (gr.)	5.95
% HUMEDAD	1.30

**PROMEDIO** 1.31

**OBSERVACIONES:**  
 \* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UANCV - SGP  
 CAE INGENIERÍA CIVIL  
 Ing. Juan Antonio Paredes Vero  
 CIP 62194



B.N° 02-229181



UNIVERSIDAD ANÓNIMA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**PESOS ESPECIFICOS Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS**  
 (NTP 400.002)

**PROYECTO** - INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022\*

**SOLICITANTE** - BACH. Yuber Joel JAMACHI CCASO  
 BACH. Edison Luis ZAVALA HUALPA

**CANTERA** - YOCARA - JULIACA

**LUGAR** - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

**FECHA** - 17 DE MARZO DEL 2022

**AGREGADO FINO**

Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro	
A	-Peso de muestra secada al horno <u>767.60</u>
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>800.00</u>
Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1338.02</u>
W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1798.09</u>
<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
$W_c + B =$	$\frac{2138}{}$
$W_c + B - W =$	$\frac{340}{}$
$P_e = \frac{B}{W_c + B - W} =$	$\frac{2.35}{}$ gr/cm <sup>3</sup>
<b>ABSORCIÓN</b>	
$B =$	$\frac{800.00}{}$
$B - A =$	$\frac{32.40}{}$
$Abs = \frac{(B - A) \times 100}{A} =$	$\frac{4.2}{}$ %

**OBSERVACIONES:**

\*LA MUESTRA FUE PUESTA Y ETIQUETADA EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UANCV - RCP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
 Mgr. José Antonio Narváez Ruiz  
 CIP 62794



UNIVERSIDAD ANDINA "MESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

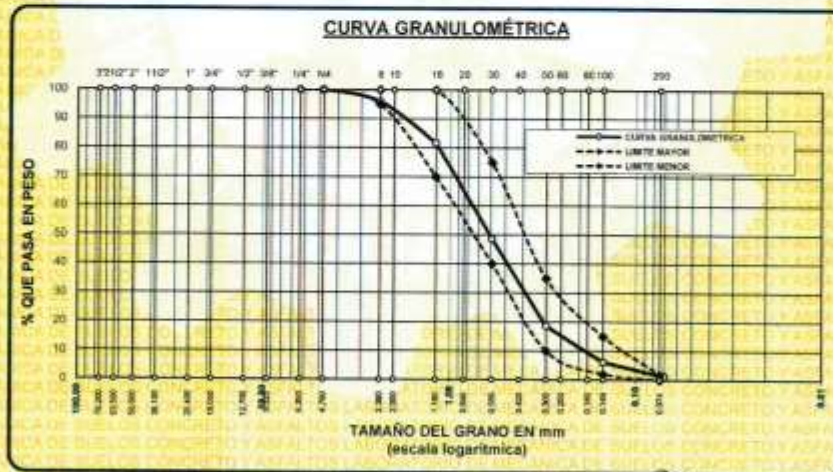


## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PARA MORTERO

(ASTM C 33)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022"  
**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
 : BACH: Edison Luis ZAVALA HUALPA  
**CANERA** : YOCARA - ARENA GRUESA  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA  
**FECHA** : 17 DE MARZO DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
50"	1250	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Inicial = 500 gr.  OBSERVACIONES:
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	
No8	2.380	20.31	4.06	4.06	95.94	95 - 100 %	
No10	2.000						
No16	1.190	71.72	14.34	18.41	81.59	70 - 100 %	
No20	0.850						
No30	0.600	165.11	33.02	51.43	48.57	40 - 75 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	150.04	30.01	81.44	18.56	10 - 35 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	62.30	12.46	93.90	6.10	2-15%	
No200	0.075	24.42	4.88	98.78	1.22	MINO 0.075	
BASE TOTAL		500.00	100.00	100	0.00		
% PERDIDA		1.22					







UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## Densidad de poliestireno expandido reciclado

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022"  
**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
: BACH: Edilson Luis ZAVALA HUALPA  
**CANTERA** : YOCARA - JULIACA  
**UBICACIÓN** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO UANCV - JULIACA  
**FECHA** : 17 DE MARZO DEL 2022

### Densidad de poliestireno expandido reciclado

Datos del molde		
<b>Diámetro:</b>	15.25	cm
<b>Altura:</b>	11.65	cm
<b>Peso:</b>	5662	gr
<b>Volumen:</b>	2127.92	cm <sup>3</sup>

Datos de la muestra		
<b>Peso del molde + poliestireno expandido reciclado:</b>	5683	gr

Resultado		
<b>Densidad:</b>	9.869	kg/m <sup>3</sup>

#### OBSERVACIONES:

\* LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER.



UANCV - IICP  
CAP INGENIERÍA CIVIL  
Mg. José Antonio Paredes Vera  
CIP 62794

B.N° 02-229181



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁZQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO DE WALKER**

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022"  
**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CASO  
 BACH: Edison Luis ZÁVALA HUALPA  
**CANTERA** : YOCARA - JULIACA  
**UBICACIÓN** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO UANCV - JULIACA  
**FECHA** : 31 DE MARZO DEL 2022

<b>γ<sub>af</sub>=</b>	2.35	gr/cm <sup>3</sup>	Peso específico de la arena.
<b>S<sub>w</sub>=</b>	4.2	%	Absorción de la arena.
<b>W<sub>s</sub>=</b>	1.31	%	Humedad de la arena.
<b>γ<sub>w</sub>=</b>	1	gr/cm <sup>3</sup>	Peso específico del agua.
<b>γ<sub>c</sub>=</b>	2.83	gr/cm <sup>3</sup>	Peso específico del cemento.
<b>γ<sub>pe</sub>=</b>	9.869	kg/m <sup>3</sup>	peso unitario seco suelto de PER.

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

**PASO 1 : SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO DE LA MEZCLA**

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 1"

<b>S=</b>	1	in	condición de colocación seca
-----------	---	----	------------------------------

**PASO 2 : SELECCIÓN DE CONTENIDO DE AGUA DE LA MEZCLA**

<b>Agua=</b>	170	lit/m <sup>3</sup>	antecedentes
--------------	-----	--------------------	--------------

**PASO 3 : SELECCIÓN DE CONTENIDO DE AIRE PARA LA MEZCLA**

<b>Aire=</b>	3%	tabla 4
--------------	----	---------

**PASO 4 : SELECCIÓN DE RELACIÓN DE AGUA CEMENTO**

<b>a/c=</b>	0.6
-------------	-----

**PASO 5 : CÁLCULO DE FACTOR CEMENTO**

<b>cemento=</b>	283.33	kg/m <sup>3</sup>
-----------------	--------	-------------------

**PASO 6 : CÁLCULO DE VOLUMEN ABSOLUTO DE LA PASTA**

<b>cemento=</b>	0.1
<b>agua=</b>	0.17
<b>aire=</b>	0.03
<b>Vol. Abs=</b>	0.3

**PASO 7 : CÁLCULO DE VOLUMEN DE LOS AGREGADOS**

<b>Volumen=</b>	0.7
-----------------	-----

**PASO 8 : PESO SECO DE LA ARENA**

peso seco = 1644.72 kg/m<sup>3</sup>



UANCV - P.C.P.  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Mgr. Jose Antonio Paredes Vera  
 CIP 62794

**PASO 9 : VALORES DE DISEÑO EN SECO**

cemento=	283.33	kg/m3
arena=	1644.72	kg/m3
agua=	170	lt/m3
aire=	3%	porcentaje

**PASO 10 CÁLCULO DE PESO HÚMEDO DE LA ARENA**

peso húmedo=	1666.269078	kg/m3
--------------	-------------	-------

**PASO 11 : CÁLCULO DE HUMEDAD SUPERFICIAL**

humedad =	-0.029	porcentaje
-----------	--------	------------

**PASO 12 : CÁLCULO DE APORTE DE HUMEDAD DE LA ARENA**

aporte=	-47.53	litros
---------	--------	--------

**PASO 13 : CÁLCULO DE AGUA EFECTIVA**

agua efectiva=	217.53	litros
----------------	--------	--------

**PASO 14 : VALORES FINALES DE DISEÑO SEGÚN CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES**

cemento=	283.33	kg/m3
arena=	1666.27	kg/m3
agua=	217.53	lt/m3
aire=	3%	porcentaje

**PASO 15 : VOLUMEN ABSOLUTO PARA UN M3**

cemento=	0.1001
arena=	0.7091
agua=	0.2175
aire=	0.0300

**PASO 16 : CÁLCULO DE PROPORCIÓN EN PESO**

Peso	seco	humedo	und
cemento=	1.00	1.00	bolsa
arena=	5.80	5.88	kg/bolsa
agua=	25.50	32.63	lt/bolsa

**PASO 17 : DOSIFICACIONES FINALES EN PESO HUMEDO**

% de PER	0%	20%	30%	40%	unidades
cemento=	283.33	283.33	283.33	283.33	kg/m3
arena=	1666.27	1333.02	1166.39	999.76	kg/m3
agua=	217.53	217.53	217.53	217.53	lt/m3
per=	0.000	1.974	2.961	3.948	kg/m3

**OBSERVACIONES:**

\* LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER.



UNCV - FICP  
CAP INGENIERIA CIVIL  
*Jose Antonio Palades Vera*  
Mtro. Jose Antonio Palades Vera  
CIP 62794



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VILLALÓN"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PUNTA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022  
**SOLICITANTE:** BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
 BACH: Edison Luis ZAVALA HUALPA  
**MUESTRA:** UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA  
**FECHA:** 28 DE ABRIL DEL 2022

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CONDICIÓN (mm)	MESES R1	MESES R2	MESES R3	MESES R4	MESES R5	MESES R6	MESES R7	MESES R8	MESES R9	MESES R10	MESES R11	MESES R12	PROMEDIO	DEVIACIÓN ESTÁNDAR	V.F.O.
MUESTRA PATRÓN	LADRILLO	24.05	24.35	24.00	24.35	24.00	24.20	24.05	24.10	24.00	24.05	24.11	24.00	24.00	0.46%	
	ARCOS	14.05	14.05	14.00	14.00	14.05	14.01	14.02	14.01	14.00	14.05	14.02	14.00	14.00	0.17%	
	ALTIMETRO	9.00	9.05	9.10	9.05	9.10	9.05	9.00	9.05	9.00	9.10	9.05	9.00	9.00	0.56%	
MUESTRA 1+20% PER	LADRILLO	24.10	24.05	24.15	24.00	24.10	24.00	24.00	24.10	24.05	24.03	24.06	24.00	24.00	0.24%	
	ARCOS	14.05	14.00	14.00	14.10	14.10	14.05	14.00	14.10	14.00	14.05	14.06	14.00	14.00	0.89%	
	ALTIMETRO	9.10	9.05	9.00	9.10	9.00	9.10	9.00	9.05	9.00	9.00	9.04	9.00	9.00	0.44%	
MUESTRA 1+30% PER	LADRILLO	24.00	24.10	24.10	24.00	24.05	24.03	24.05	24.00	24.05	24.00	24.06	24.00	24.00	0.23%	
	ARCOS	14.05	14.00	14.05	14.05	14.10	14.02	14.10	14.00	14.01	14.00	14.04	14.00	14.00	0.28%	
	ALTIMETRO	9.05	9.10	9.00	9.00	9.05	9.15	9.00	9.10	9.05	9.00	9.05	9.00	9.00	0.56%	
MUESTRA 1+40% PER	LADRILLO	24.00	24.10	24.10	24.05	24.15	24.00	24.10	24.05	23.95	24.00	24.05	24.00	24.00	0.21%	
	ARCOS	14.05	14.00	14.05	14.10	14.20	13.95	14.00	14.10	14.10	14.05	14.05	14.00	14.00	0.43%	
	ALTIMETRO	9.05	9.10	9.05	9.00	9.10	9.05	9.10	9.10	9.00	8.95	9.04	9.00	9.00	0.44%	

OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS EN PRESENCIA DEL BACHILLER



UANCV - HCP  
CAP INGENIERÍA CIVIL  
Mgtr. José Alfredo Palacios Vera  
CIP 62794



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÉRRAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022\*  
**SOLICITANTE:** BACH: Yuber Axel AMADOH CCASO  
 BACH: Edilson Luis ZAVALA HUALPA  
**MUESTRA:** UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA  
**FECHA:** 28 DE ABRIL DEL 2022 **ALABEO DE DISEÑO PATRÓN**

LADRILLO N°	DESCRIPCIÓN: UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	PROMEDIO
1	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.00 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	0.00 mm.
2	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.00 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.00 mm.
3	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.00 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	0.00 mm.
4	CONCAVIDAD EXTREMO 01	1.00 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	0.00 mm.
5	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.00 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.00 mm.
6	CONCAVIDAD EXTREMO 01	1.00 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	0.00 mm.
7	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.50 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	0.00 mm.
8	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.00 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.00 mm.
9	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.00 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	0.00 mm.
10	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.00 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	0.00 mm.
PROMEDIO(mm)		0.25 0.30

**OBSERVACIONES:**  
 1. LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.



UANCV - UICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
 Mgr. José Antonio Varedas Vera  
 CIP 62794



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECIICADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022

**SOLICITANTE** : SACH: Yuber Ibel JARAACHI ECASO  
 SACH: Edison Ivo ZAVAGA HUAIPI

**MUESTRA** : UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

**FECHA** : 28 DE ABRIL DEL 2022 1 + 25% PER

LADRILLO N°	DESCRIPCIÓN: UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	PROMEDIO
1	CONCAVIDAD EXTREMO 01	1.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	0.00 mm
2	CONCAVIDAD EXTREMO 01	2.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	0.00 mm
3	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	2.00 mm
4	CONCAVIDAD EXTREMO 01	1.50 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	0.00 mm
5	CONCAVIDAD EXTREMO 01	2.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	0.00 mm
6	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.50 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.00 mm
7	CONCAVIDAD EXTREMO 01	1.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.00 mm
8	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.00 mm
9	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.00 mm
10	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	2.00 mm
PROMEDIO(mm)		0.40

**OBSERVACIONES**  
 1.- LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE



UANCV - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgr. José Antonio Parales VEG  
 CIP 62194

B.N° 02-229181



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECLICADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022  
**SOLICITANTE:** BACH: Yuber Abel JAMACHI CCASO  
 BACH: Edison Luis ZAVALA HUALPA  
**MUESTRA:** UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UNACV - JULIACA  
**FECHA:** 28 DE ABRIL DEL 2022 1 + 30% PER

LADRILLO N°	DESCRIPCIÓN: UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	PROMEDIO
1	CONCAVIDAD EXTREMO 01	1.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	0.00 mm
2	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	2.00 mm
3	CONCAVIDAD EXTREMO 01	2.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.00 mm
4	CONCAVIDAD EXTREMO 01	1.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.00 mm
5	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.50 mm
6	CONCAVIDAD EXTREMO 01	1.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.00 mm
7	CONCAVIDAD EXTREMO 01	1.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	0.00 mm
8	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	2.00 mm
9	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.50 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.00 mm
10	CONCAVIDAD EXTREMO 01	2.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.50 mm
PROMEDIO(mm)		0.43

**OBSERVACIONES:**  
 1. LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE



UNACV - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Mtro. José Antonio Paredes Veliz  
 CIP 62794

B. N° 02-229181



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

**PROYECTO** "INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022"  
**SOLICITANTE** BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
 BACH: Edison Sosa ZAVALA HUALPA  
**MUESTRA** UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO  
**LUGAR** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA  
**FECHA** 28 DE ABRIL DEL 2022 1 + 48% PER

LADRILLO N°	DESCRIPCIÓN: UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	PROMEDIO
1	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	3.00 mm
2	CONCAVIDAD EXTREMO 01	1.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.00 mm
3	CONCAVIDAD EXTREMO 01	2.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.50 mm
4	CONCAVIDAD EXTREMO 01	1.50 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	0.00 mm
5	CONCAVIDAD EXTREMO 01	1.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.00 mm
6	CONCAVIDAD EXTREMO 01	1.50 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.00 mm
7	CONCAVIDAD EXTREMO 01	1.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.00 mm
8	CONCAVIDAD EXTREMO 01	2.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	2.00 mm
9	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	0.00 mm
10	CONCAVIDAD EXTREMO 01	2.00 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	1.00 mm
PROMEDIO(mm)		0.60 0.36
PROMEDIO FINAL		0.50

**OBSERVACIONES**

1.- LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.



UANCV - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL

Ing. Jairo Aguirre Parodi Ríos  
 CIP 62734





UNIVERSIDAD ANDINA "MESTIZO CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**PESOS UNITARIOS**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECIPIADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBERILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA-2022  
**SOLICITANTE** : BACH: Yulien José Ibarra Pacheco  
 BACH: Edison Luis Zavala Huilpa  
**CANTERA** : YOCARA - JULIACA  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS UANCV - JULIACA  
**FECHA** : 28 DE ABRIL DEL 2022

Diseño	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Peso (Kg)	Pu (kg/m <sup>3</sup> )	Promedio Pu (kg/m <sup>3</sup> )
D1+0%PER	24.20	14.01	9.05	3068.33	6.918	2254.65	2253.44
	24.05	14.02	9.00	3034.63	6.834	2252.01	
	24.10	14.01	9.05	3055.65	6.891	2255.17	
	24.00	14.00	9.00	3024.00	6.814	2253.51	
	24.05	14.05	9.10	3074.91	6.925	2252.10	
D1+20%PER	24.00	14.05	9.10	3068.52	5.890	1919.49	1918.32
	24.00	14.00	9.00	3024.00	5.797	1917.00	
	24.10	14.10	9.05	3075.28	5.904	1919.82	
	24.05	14.00	9.00	3030.30	5.813	1918.29	
	24.03	14.05	9.00	3038.59	5.825	1917.01	
D1+30%PER	24.01	14.02	9.15	3080.07	5.403	1754.18	1752.87
	24.05	14.10	9.00	3051.95	5.344	1751.01	
	24.00	14.00	9.10	3057.60	5.362	1753.66	
	24.05	14.01	9.05	3049.31	5.343	1752.20	
	24.00	14.00	9.00	3024.00	5.302	1753.31	
D1+40%PER	24.00	13.95	9.05	3029.94	4.808	1586.83	1585.15
	24.10	14.00	9.10	3070.34	4.863	1583.86	
	24.05	14.10	9.10	3085.86	4.897	1586.92	
	23.95	14.10	9.00	3039.26	4.815	1584.27	
	24.00	14.05	8.95	3017.94	4.760	1583.86	

**OBSERVACIONES:**  
 LA MUESTRA FUE PUESTA Y EDUCADA EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UANCV - FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
  
 Mgtr. José Antonio Parrales Vera  
 CIP 62794



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO

### NTP 399.613

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO REICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022"

**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
BACH: Edilson Luis ZAVALA HUALPA

**MUESTRA** : UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCY - JULIACA

**FECHA** : 28 DE ABRIL DEL 2022

**DISEÑO PATRÓN**

ROTURA A LOS 7 DIAS

FECHA DE MOLDEO

18/03/2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
1	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	25/03/2022	343.64	29163.21	84.87
	24.20 X 9.20 X 14.20 cm				
2	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	25/03/2022	341.42	28977.80	84.88
	24.30 X 9.20 X 14.05 cm				
3	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	25/03/2022	343.64	29187.56	84.97
	24.20 X 9.30 X 14.20 cm				
4	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	25/03/2022	338.40	28748.98	84.96
	24.00 X 9.10 X 14.10 cm				
<b>PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'<sub>b</sub>)</b>				<b>84.92</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>

**OBSERVACIONES :**

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS
- 3.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE:  
BACHILLER: EDILSON LUIS ZAVALA HUALPA Y YUBER JOEL JAMACHI CCASO



UANCY - EIP  
CAP INGENIERIA CIVIL  
Vot. José Antonio Paredes Vera  
CIP 62794

B Nº 02-229181



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO NTP 399.613

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022"

**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
 : BACH: Edilson Luis ZAVALA HUALPA

**MUESTRA** : UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

**FECHA** : 28 DE ABRIL DEL 2022

### DISEÑO PATRÓN

: ROTURA A LOS 14 DÍAS      FECHA DE MOLDEO      18/03/2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
1	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	01/04/2022	336.00	39003.26	116.06
	24.00 X 9.05 X 14.00 cm				
2	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	01/04/2022	339.11	39160.23	115.48
	24.05 X 9.05 X 14.10 cm				
3	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	01/04/2022	336.50	38993.71	115.88
	23.95 X 9.00 X 14.05 cm				
4	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	01/04/2022	337.90	39068.94	115.66
	24.05 X 9.05 X 14.05 cm				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>b</sub> )				115.78	kg/cm <sup>2</sup>

#### OBSERVACIONES :

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS UNIDADES DE CONCRETO LIVIANO FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS
- 3.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE: BACH:  
 BACHILLER: EDILSON LUIS ZAVALA HUALPA Y YUBER JOEL JAMACHI CCASO



UANCV - ICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 MSc. José Antonio Pineda Vera  
 CIP 62794

B.N° 02-229181



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO

NTP 399.613

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO REICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022.

**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
 BACH: Edilson Luis ZAVALA HUALPA

**MUESTRA** : UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

**FECHA** : 28/04/2022

**DISEÑO PATRÓN**  
 ROTURA A LOS 28 DIAS                      FECHA DE MOLDEO                      22/03/2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
1	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	12/04/2022	341.42	43116.21	126.29
	24.30 X 9.05 X 14.05 cm				
2	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	12/04/2022	336.00	42396.76	126.19
	24.00 X 9.10 X 14.00 cm				
3	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	12/04/2022	340.90	42914.81	125.89
	24.35 X 9.20 X 14.00 cm				
4	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	12/04/2022	337.20	42452.75	125.99
	24.00 X 9.10 X 14.05 cm				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' <sub>n</sub> )				126.09	kg/cm <sup>2</sup>

**OBSERVACIONES :**

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS UNIDADES DE CONCRETO LIVIANO FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS
- 3.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE BACHILLER: EDILSON LUIS ZAVALA HUALPA Y YUBER JOEL JAMACHI CCASO



UANCV - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Mtro. José Antonio Paredes WTA  
 CIP 62754

B. N° 02-229181





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PUNAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO NTP 399.613

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DEL PUESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES  
DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022"

**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
BACH: Edilson Luis ZAVALA HUALPA

**MUESTRA** : UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

**FECHA** : 28 DE ABRIL DEL 2022

**1 + 20% PER**

ROTORA A LOS 7 DÍAS

FECHA DE MOLDEO

18/03/2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	AREA BRUTA cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
1	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO 24.10 X 9.00 X 14.00 cm	25/03/2022	337.40	23654.44	70.11
2	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO 24.05 X 9.05 X 14.00 cm	25/03/2022	336.70	23608.73	70.12
3	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO 24.05 X 9.10 X 14.05 cm	25/03/2022	337.90	23723.46	70.21
4	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO 24.20 X 9.20 X 14.00 cm	25/03/2022	338.80	23783.08	70.20
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (f' <sub>b</sub> )				70.16	kg/cm <sup>2</sup>

### OBSERVACIONES :

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS
- 3.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE:  
BACHILLER: EDILSON LUIS ZAVALA HUALPA Y YUBER JOEL JAMACHI CCASO



UANCV - EICP  
CAP INGENIERIA CIVIL  
Eduardo  
Eduardo Paredes Vera  
CIP 62794

B.Nº 02-229181



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO NTP 399.613

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES  
DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022"

**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
BACH: Edilson Luis ZAVALA HUALPA

**MUESTRA** : UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCY - JULIACA

**FECHA** : 28 DE ABRIL DEL 2022

1 + 20% PER

: ROTURA A LOS 14 DIAS

FECHA DE MOLDEO

18/03/2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
1	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	01/04/2022	339.81	32607.95	95.96
	24.00 X 9.05 X 14.10 cm				
2	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	01/04/2022	340.80	32498.47	95.36
	24.00 X 9.00 X 14.20 cm				
3	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	01/04/2022	338.40	32404.97	95.76
	24.00 X 9.00 X 14.10 cm				
4	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	01/04/2022	338.61	32356.88	95.56
	24.10 X 9.10 X 14.05 cm				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>b</sub> )				95.66	kg/cm <sup>2</sup>

**OBSERVACIONES :**

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS UNIDADES DE CONCRETO LIVIANO FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS
- 3.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE: BACH:  
BACHILLER: EDILSON LUIS ZAVALA HUALPA Y YUBER JOEL JAMACHI CCASO



UANCY - F.I.P.  
CAP INGENIERÍA CIVIL  
Mg. José Antonio Paredes Verg  
CIP 62798

B. N° 02-229161



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO

### NTP 399.613

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022"

**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
 : BACH: Edison Luis ZAVALA HUALPA

**MUESTRA** : UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

**FECHA** : 28/04/2022 **1 + 20% PER**  
 : ROTURA A LOS 23 DIAS FECHA DE MOLDEO 22/03/2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
1	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	12/04/2022	336.70	35142.73	104.37
	24.05 X 9.05 X 14.00 cm				
2	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	12/04/2022	338.10	35255.04	104.27
	24.15 X 9.00 X 14.00 cm				
3	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	12/04/2022	338.40	35184.80	103.97
	24.00 X 9.10 X 14.10 cm				
4	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	12/04/2022	342.22	35616.20	104.07
	24.10 X 9.00 X 14.20 cm				
<b>PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F<sub>b</sub>)</b>				<b>104.17</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>

**OBSERVACIONES :**

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS UNIDADES DE CONCRETO LIVIANO FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS
- 3.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE BACHILLER: EDILSON LUIS ZAVALA HUALPA Y YUBER JOEL JAMACHI CCASO



UANCV - F.P.P.  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Mtro. José Antonio Parodi Vera  
 CIP 62794

B.N° 02-229181





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO NTP 399.613

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DEL PÓLIRESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022"

**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
BACH: Edilson Luis ZAVALA HUALPA

**MUESTRA** : UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

**FECHA** : 28/04/2022

**1 + 20% PER**

: ROTURA A LOS 28 DIAS

FECHA DE MOLDEO

22/03/2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
1	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO 24.00 X 9.10 X 14.05 cm	19/04/2022	337.20	35878.08	106.40
2	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO 24.00 X 9.00 X 14.00 cm	19/04/2022	336.00	35784.00	106.50
3	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO 24.10 X 9.05 X 14.10 cm	19/04/2022	339.81	36053.84	106.10
4	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO 24.05 X 9.00 X 14.00 cm	19/04/2022	336.70	35791.21	106.30
5	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO 24.03 X 9.00 X 14.05 cm	19/04/2022	337.62	35855.40	106.20
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' b)				106.30	kg/cm <sup>2</sup>

**OBSERVACIONES :**

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS UNIDADES DE CONCRETO LIVIANO FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS
- 3.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE BACHILLER: EDILSON LUIS ZAVALA HUALPA Y YUBER JOEL JAMACHI CCASO



UANCV - INEP  
CAP INGENIERÍA CIVIL  
Nº: José Antonio Paredes Vela  
CIP 62794

B. N° 02-229161



UNIVERSIDAD ANDINA "HÉCTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚBICAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO NTP 399.613

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022"

**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
 : BACH: Edilson Luis ZAVALA HUALPA

**MUESTRA** : UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

**FECHA** : 28 DE ABRIL DEL 2022  
 : ROTURA A LOS 7 DÍAS

**1 + 30% PER**  
 FECHA DE MOLDEO 18/03/2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
1	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	25/03/2022	336.00	19973.76	59.45
	24.00 X 9.00 X 14.00 cm				
2	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	25/03/2022	337.34	20056.82	59.46
	24.01 X 9.10 X 14.05 cm				
3	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	25/03/2022	338.40	20150.26	59.55
	24.00 X 9.20 X 14.10 cm				
4	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	25/03/2022	336.70	20045.67	59.54
	24.05 X 9.10 X 14.00 cm				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>b</sub> )				59.50	kg/cm <sup>2</sup>

**OBSERVACIONES :**

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS
- 3.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE:  
 BACHILLER: EDILSON LUIS ZAVALA HUALPA Y YUBER JOEL JAMACHI CCASO



UANCV - EICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
 Mgt. José Antonio Paredez Veliz  
 CIP 62794

B N° 02-229181



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO

NTP 399.613

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES  
DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022"

**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO

: BACH: Edison Luis ZAVALA HUALPA

**MUESTRA** : UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

**FECHA** : 28 DE ABRIL DEL 2022

**1 + 30% PER**

: ROTURA A LOS 14 DIAS

FECHA DE MOLDEO

18/03/2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
1	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	01/04/2022	337.20	27455.32	81.42
	24.00 X 9.00 X 14.05 cm				
2	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	01/04/2022	341.51	27601.35	80.82
	24.05 X 9.05 X 14.20 cm				
3	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	01/04/2022	338.80	27517.84	81.22
	24.20 X 9.00 X 14.00 cm				
4	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	01/04/2022	337.20	27320.44	81.02
	24.00 X 9.05 X 14.05 cm				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' <sub>b</sub> )				81.12	kg/cm <sup>2</sup>

**OBSERVACIONES :**

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS UNIDADES DE CONCRETO LIVIANO FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS
- 3.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE: BACH:  
BACHILLER: EDILSON LUIS ZAVALA HUALPA Y YUBER JOEL JAMACHI CCASO



UANCV - FICP  
CAP INGENIERÍA CIVIL  
Mtro. José Antonio Pareja Vega  
CIP 62794

B.N° 02-229181



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO

NTP 399.613

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECYCLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022"

**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
 BACH: Edilson Luis ZAVALA HUALPA

**MUESTRA** : UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

**FECHA** : 28/04/2022 **1 + 30% PER**  
 ROTURA A LOS 21 DIAS FECHA DE MOLDEO 22/03/2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
1	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	12/04/2022	340.20	30122.02	88.54
	24.30 X 9.10 X 14.00 cm				
2	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	12/04/2022	338.85	29968.25	88.44
	24.10 X 9.00 X 14.05 cm				
3	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	12/04/2022	337.20	29721.52	88.14
	24.00 X 9.00 X 14.05 cm				
4	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	12/04/2022	339.11	29923.34	88.24
	24.05 X 9.05 X 14.10 cm				
<b>PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' f)</b>				<b>88.34</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>

**OBSERVACIONES :**

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS UNIDADES DE CONCRETO LIVIANO FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS
- 3.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE BACHILLER: EDILSON LUIS ZAVALA HUALPA Y YUBER JOEL JAMACHI CCASO



UANCV - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 M.Sc. Estatura  
 Mgr. José Antonio Ramírez Vero  
 CIP 62794

B.N° 02-229181



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO

NTP 399.613

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DEL PUESTIRENO EXPANDIDO RECIKLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES  
 DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022"

**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
 BACH: Edilson Luis ZAVALA HUALPA

**MUESTRA** : UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

**FECHA** : 28/04/2022

**1 + 30% PER**

ROTURA A LOS 28 DIAS

FECHA DE MOLDEO

22/03/2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
1	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	19/04/2022	336.62	30401.85	90.31
	24.01 Ø 9.15 X 14.02 cm				
2	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	19/04/2022	339.11	30817.79	90.29
	24.05 X 9.00 X 14.10 cm				
3	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	19/04/2022	336.00	30231.60	89.98
	24.00 X 9.10 X 14.00 cm				
4	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	19/04/2022	336.94	30373.50	90.14
	24.05 X 9.05 X 14.01 cm				
5	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	19/04/2022	336.00	30240.00	90.00
	24.00 X 9.00 X 14.00 cm				
<b>PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F<sub>b</sub>)</b>				<b>90.14</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>

**OBSERVACIONES :**

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS UNIDADES DE CONCRETO LIVIANO FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS
- 3.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE BACHILLER: EDILSON LUIS ZAVALA HUALPA Y YUBER JOEL JAMACHI CCASO



UANCV - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Mgtr. José Antonio Palomares Vera  
 CIP 62794

B.Nº 02-229181





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚBICAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO NTP 399.613

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO REICLADO EN LA ELABORACION DE UNIDADES  
 DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022"

**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
 : BACH: Edison Luis ZAVALA HUALPA

**MUESTRA** : UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

**FECHA** : 28 DE ABRIL DEL 2022

**1 + 40% PER**

: ROTURA A LOS 14 DIAS

FECHA DE MOLDEO

18/03/2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
1	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	01/04/2022	339.11	23609.28	69.80
	24.05 X 9.00 X 14.10 cm				
2	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	01/04/2022	336.20	23264.45	69.20
	24.10 X 9.20 X 13.95 cm				
3	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	01/04/2022	338.80	23580.24	69.60
	24.20 X 9.10 X 14.00 cm				
4	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	01/04/2022	337.20	23401.14	69.40
	24.00 X 9.05 X 14.05 cm				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>b</sub> )				69.50	kg/cm <sup>2</sup>

**OBSERVACIONES :**

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS UNIDADES DE CONCRETO LIVIANO FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS
- 3.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE: BACH:  
 BACHILLER: EDILSON LUIS ZAVALA HUALPA Y YUBER JOEL JAMACHI CCASO



UANCV - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Msc. José Antonio Parodi Vite  
 CIP 62794

B. N° 02-229181



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁRERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO NTP 399.613

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DEL PUESTRÉNEO EXPANDIDO REICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022"

**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
 : BACH: Edilson Luis ZAVALA HUALPA

**MUESTRA** : UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

**FECHA** : 28/04/2022 **1 + 40% PER**  
 ROTURA A LOS 23 DIAS FECHA DE MOLDEO 22/03/2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
1	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	12/04/2022	337.40	25603.73	75.89
	24.10 X 9.10 X 14.00 cm				
2	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	12/04/2022	338.61	25661.32	75.79
	24.10 X 8.95 X 14.05 cm				
3	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	12/04/2022	339.11	25597.48	75.49
	24.05 X 9.00 X 14.10 cm				
4	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	12/04/2022	342.93	25920.50	75.59
	24.15 X 9.10 X 14.20 cm				
<b>PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F<sub>n</sub>)</b>				<b>75.69</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>

**OBSERVACIONES :**

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS UNIDADES DE CONCRETO LIVIANO FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS
- 3.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE BACHILLER: EDILSON LUIS ZAVALA HUALPA Y YUBER JOEL JAMACHI CCASO



UANCV - RCP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
 M<sup>te.</sup> José Antonio Parodi Vera  
 CIP 62794

B N° 02-229181





UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO

NTP 399.613

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECLICADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022\*

**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
 BACH: Edilson Luis ZAVALA HUALPA

**MUESTRA** : UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

**FECHA** : 28/04/2022

**1 + 40% PER**

- RÓTURA A LOS 28 DÍAS

FECHA DE MOLDEO

22/03/2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
1	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	19/04/2022	334.80	25933.61	77.46
	24.00 x 9.05 x 13.95 cm				
2	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	19/04/2022	337.40	26106.01	77.38
	24.10 x 9.10 x 14.00 cm				
3	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	19/04/2022	339.11	26111.09	77.00
	24.05 x 9.10 x 14.10 cm				
4	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	19/04/2022	337.70	26080.16	77.23
	23.95 x 9.00 x 14.10 cm				
5	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	19/04/2022	337.20	25991.38	77.06
	24.00 x 9.05 x 14.05 cm				
0				77.23	kg/cm <sup>2</sup>

**OBSERVACIONES :**

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS UNIDADES DE CONCRETO LIVIANO FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS
- 3.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DE BACHILLER: EDILSON LUIS ZAVALA HUALPA Y YUBER JOEL JAMACHI CCASO



UANCV - FICP  
 CAR INGENIERÍA CIVIL  
 Mgr. José Antonio Ruedes Vera  
 CIP 62794

B N° 02-229181



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁZQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE ABSORCIÓN

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO REICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES (JULIACA 2022)  
**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Iofel JAMACHI CCASO  
 BACH: Edison Iub ZAVALA RUAJPA  
**MUESTRA** : UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO  
**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA  
**FECHA** : 28 DE ABRIL DEL 2022

ABSORCIÓN		
B=	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= PESO DE LADRILLO SECO (gr) B= PESO DE LADRILLO SATURADO (gr)

MOLDE 1	
A=	6879 gr.
B=	7189 gr.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	% ABS.
1	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	15/04/2022	3024.00	4.51
	24.00 X 9.00 X 14.00 PATRÓN			

MOLDE 2	
A=	6820 gr.
B=	7226 gr.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	% ABS.
2	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	15/04/2022	3024.00	4.65
	24.00 X 9.00 X 14.00 PATRÓN			

MOLDE 3	
A=	6903 gr.
B=	7220 gr.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	% ABS.
3	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	15/04/2022	3024.00	4.64
	24.00 X 9.00 X 14.00 PATRÓN			

PROMEDIO	4.60
----------	------

**OBSERVACIONES:**  
\* LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.



UANCV - FICP  
CAP INGENIERÍA CIVIL  
Mgtr. José Antonio Paredes Vero  
CIP 62794



UNIVERSIDAD ANAHUAC "NESTOR CÁDIZ VELAZQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE ABSORCION

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORDANTES JULIACA 2022  
**SOLICITANTE** : BACH: Yuber Joel JAMACHI CCASO  
 BACH: Esteban Luis ZAVALA HUJALPA  
**MUESTRA** : UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO  
**LUGAR** : LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA  
**FECHA** : 28 DE ABRIL DEL 2022

ABSORCIÓN	
B= $\frac{(B-A)X100}{A}$	A= PESO DE LADRILLO SECO (gr) B= PESO DE LADRILLO SATURADO (gr)

MOLDE 1	
A= 5800 gr.	B= 6180 gr.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	% ABS.
1	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO 24.00 X 9.00 X 14.00 1+20% PER.	15042022	3024.00	6.72

MOLDE 2	
A= 5780 gr.	B= 6170 gr.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	% ABS.
2	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO 24.00 X 9.00 X 14.00 1+20% PER.	15042022	3024.00	6.75

MOLDE 3	
A= 5790 gr.	B= 6170 gr.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	% ABS.
3	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO 24.00 X 9.00 X 14.00 1+20% PER.	15042022	3024.00	6.58

PROMEDIO	6.61
----------	------

**OBSERVACIONES :**  
 \*) LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE



UANCV - FICHA  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
 Mtro. Jose Antonio Paredes Vera  
 CIP 62794

B. N° 02-220181



UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLÓ CALZADILLO  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE ABSORCIÓN

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES SUELO 2022  
**SOLICITANTE** : BACH: Yuber José JARAMA C CASO  
 BACH: Edilson Luis ZAVALA HUALFA  
**MUESTRA** : UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO  
**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCY - JULIACA  
**FECHA** : 28 DE ABRIL DEL 2022

ABSORCIÓN	
B=	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$
A=	PESO DE LADRILLO SECO (gr)
B=	PESO DE LADRILLO SATURADO (gr)

MOLDE 1	
A=	3330 gr
B=	5770 gr

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	% ABS.
1	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	15/04/2022	3024.00	5.28
	24.00 X 9.00 X 14.00 1 + 30% PER			

MOLDE 2	
A=	5328 gr
B=	5738 gr

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	% ABS.
2	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	15/04/2022	3024.00	7.71
	24.00 X 9.00 X 14.00 1 + 30% PER			

MOLDE 3	
A=	5360 gr
B=	5790 gr

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	% ABS.
3	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	15/04/2022	3024.00	8.02
	24.00 X 9.00 X 14.00 1 + 30% PER			

PROMEDIO	7.68
----------	------

**OBSERVACIONES :**  
 1- LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.

UANCY - IFCP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
  
 Mtro. José Antonio Paredes Vera  
 CIP 62294



UNIVERSIDAD AGRARIA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE ABSORCIÓN

**PROYECTO:** "INFLUENCIA DEL POLIESTIRENO ESPUMADO RECILOGADO EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS PORTANTES JULIACA 2022"  
**SOLICITANTE:** BACH. Yuber José AMACHI CÁSAO  
 BACH. Edilson Luis ZAVALA HUAYLA  
**MUESTRA:** UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA  
**FECHA:** 28 DE ABRIL DEL 2022

ABSORCIÓN				
$H = \frac{(B-A) \times 100}{A}$		A = PESO DE LADRILLO SECO (gr)	B = PESO DE LADRILLO SATURADO (gr)	
<b>MOLDE 1</b>				
A = 4090 gr.		B = 5392 gr.		
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	% ABS.
1	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	15/04/2022	3024.00	10.00
	24.00 X 9.00 X 14.00 1 + 40% PER			
<b>MOLDE 2</b>				
A = 4890 gr.		B = 5389 gr.		
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	% ABS.
2	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	15/04/2022	3024.00	10.02
	24.00 X 9.00 X 14.00 1 + 40% PER			
<b>MOLDE 3</b>				
A = 4910 gr.		B = 5410 gr.		
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	% ABS.
3	UNIDAD DE LADRILLO DE CONCRETO LIVIANO	15/04/2022	3024.00	10.18
	24.00 X 9.00 X 14.00 1 + 40% PER			
<b>PROMEDIO</b>			10.07	

**OBSERVACIONES:**  
 - LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE



UANCV - P.O.P.  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
 Mtro. José Antonio Parades Vera  
 CIP 62794

B.Nº 02-329181

## Anexo 7

Fotografías de actividades realizadas.

**Fotografía 1** situación problemática de edificaciones construidas.



Ubicación: urbanización rancho alegre, Fuente propia 2022.

**Fotografía 2** situación problemática.



Ubicación: urbanización rancho alegre, Fuente propia 2022.

**Fotografía 3** situación problemática.



Ubicación: urbanización Enace, Fuente propia 2022.

**Fotografía 4** situación problemática.



Ubicación: urbanización Enace, Fuente propia 2022.

Imágenes de situación problemática: viviendas construidas en el sistema de albañilería confinada con unidades de albañilería artesanal en la ciudad de Juliaca en diferentes urbanizaciones que representan un peligro inminente para los propietarios y vecinos de la zona.

**Fotografía 5** extracción de la arena de la cantera yocará por método del cuarteo.



Fuente propia 2022.

**Fotografía 6** transporte de la arena de la cantera yocará al laboratorio.



Fuente propia 2022.



**Fotografía 7** recolección de poliestireno expandido reciclado.



Ubicación: San Rafael – Antauta – Melgar, Fuente propia 2022.

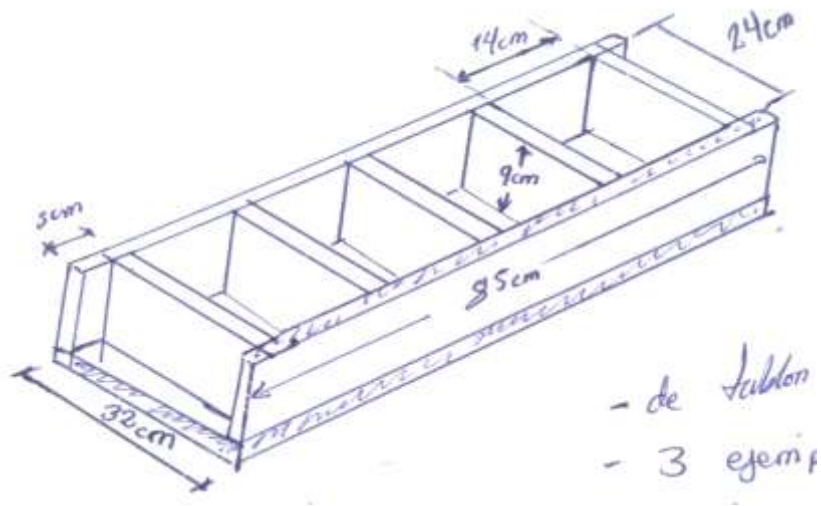
**Fotografía 8** recolección de poliestireno expandido reciclado.



Ubicación: Plaza Bolognesi – Juliaca, Fuente propia 2022.

Recolección de poliestireno expandido reciclado de botaderos clandestinos que presenta un gran problema para el medio ambiente.

**Fotografía 9** Diseño de molde para la fabricación de unidades de albañilería.



Fuente propia 2022.

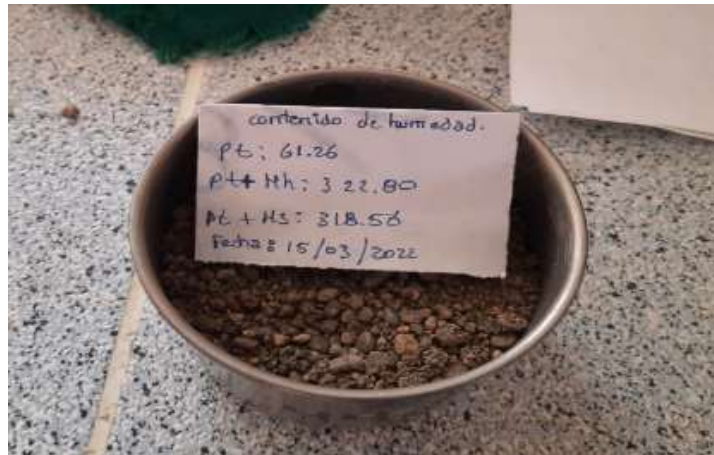
**Fotografía 10** ensayos de caracterización de materiales en laboratorio.



Fuente propia 2022.

Ensayos realizados en laboratorio de mecánica de suelos, concretos y asfaltos UANCV – Juliaca.

### Fotografía 11 Ensayo de Contenido de Humedad.



Fuente propia 2022.

Para este ensayo se extrajo material 261.54 gramos de muestra húmeda del material de arena gruesa, posteriormente se colocó en el horno a una temperatura de 110° durante 24 horas, después de esto se tomó el peso secado al horno para determinar el porcentaje de humedad de la arena gruesa. Fuente: elaboración propia

### Fotografía 12 Ensayo de Análisis Granulométrico por tamizado.



Fuente propia 2022.

Primero seleccionamos los tamices estandarizados que son correspondientes para el agregado fino: #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200 y fondo, luego se colocan los tamices

ordenadamente colocándolos del mayor diámetro arriba hasta el menor diámetro. Luego se tamiza durante 5 minutos en forma circular.

**Fotografía 13** Ensayo de Peso Específico del Agregado Fino.



Fuente propia 2022.

La muestra seleccionada la dejamos remojar en agua y la vaciamos en una bandeja, luego dejamos secar superficialmente, removiendo el material constantemente a medida que se va secando la muestra.

Luego de que este superficialmente seco podemos ver como se desmorona lo cual indica que ya está listo para realizar el ensayo, procedemos a pesar como mínimo 500g del agregado.

**Fotografía 14** Ensayo de Cono Truncado.



Fuente propia 2022.

Pesamos el picnómetro lleno con agua hasta los 500ml y vaciamos el agregado seleccionado luego lo agitamos, dejamos que el agregado elimine todos los espacios vacíos hacemos este procedimiento volteando de cabeza el picnómetro, luego se procede a retirar el agregado y se deja secar en el horno.

**Fotografía 15** reciclado de poliestireno expandido con sierra de mano para madera.



Fuente propia 2022.

**Fotografía 16** Peso de poliestireno expandido para dosificación del mortero.



Fuente propia 2022.

Pesar la cantidad 153 gramos de poliestireno expandido por cada unidad de albañilería de concreto según el diseño de mezcla.

**Fotografía 17** ensayo de peso unitario suelto de poliestireno expandido reciclado.



**Fotografía 18** pesado de cemento según dosificación de la mezcla.



Fuente propia 2022.

**Fotografía 19** preparación de la mezcla de concreto.



Fuente propia 2022.

El mezclado del concreto liviano puede hacerse de manera mecánica o manual, esto depende mucho la homogeneidad y consistencia. Sin embargo, el procedimiento mecánico ha resultado ser el que brinda mejores características a la mezcla.

**Fotografía 20** preparación de la mezcla de concreto.



Fuente propia 2022.



Se verifica que la mezcla sea homogénea y se agrega poliestireno expandido reciclado según el diseño, posteriormente se realiza el traslado y vaciado de unidades de albañilería de concreto liviano.

**Fotografía 21** control del asentamiento de la mezcla.



Fuente propia 2022.

El cono de abrams debe de estar en una plancha metálica sostenida el cono con los pies fijamente. Luego se hace el llenado del cono de Abrams dividiendo en tres capas apisonadas con 25 golpes con la varilla metálica, luego de retirar de forma vertical el cono se produce un asentamiento, luego se pone el cono en la plancha metálica de forma invertida y la varilla metálica horizontal encima de la superficie del cono y se mide el asentamiento.

**Fotografía 22** mezcla con poliestireno expandido reciclado.



Fuente propia 2022.

**Fotografía 23** protección del molde con aditivo de desencofrado.



Fuente propia 2022.

**Fotografía 24** Elaboración de unidades de albañilería.



Fuente propia 2022.

**Fotografía 25** Elaboración de unidades de albañilería.



Fuente propia 2022.

**Fotografía 26** apisonado en capas en la fabricación de unidades de albañilería.



Fuente propia 2022.

**Fotografía 27** apisonado en capas en la fabricación de unidades de albañilería.



Fuente propia 2022.

**Fotografía 28** enrasado y acabado de unidades de albañilería.



Fuente propia 2022.

**Fotografía 29** enrasado y acabado de unidades de albañilería.



Fuente propia 2022.

**Fotografía 30** unidades de albañilería de concreto liviano.



Fuente propia 2022.

**Fotografía 31** curado de unidades de albañilería de concreto.



Fuente propia 2022.

**Fotografía 32** curado de unidades de albañilería de concreto.



Fuente propia 2022.

**Fotografía 33** ensayos realizados en laboratorio a unidades de albañilería de concreto.



Fuente propia 2022.

**Fotografía 34** ensayos realizados en laboratorio a unidades de albañilería de concreto.



Fuente propia 2022.

**Fotografía 35** ensayo de compresión axial en unidades de albañilería de concreto liviano.



Fuente propia 2022.

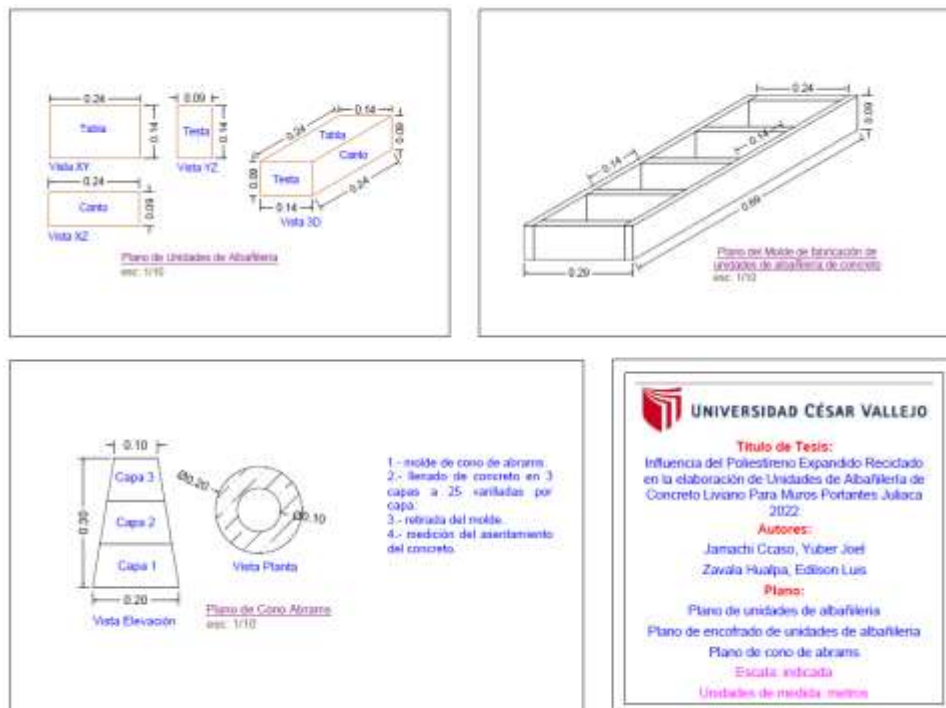


**Fotografía 36** ensayo de compresión axial en unidades de albañilería de concreto liviano.



Fuente propia 2022.

**Fotografía 37** planos.



Fuente propia 2022.

## Anexo 8 Especificaciones técnicas de cemento Rumi IP.



### DESCRIPCIÓN

#### EL CEMENTO CLÁSICO DE ALTA DURABILIDAD

**RUMI IP** es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO<sub>2</sub>, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el CEMENTO DE ALTA DURABILIDAD RUMI TIPO IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

*Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.*

### DURABILIDAD

"Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción agresiva del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil".

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS	CEMENTO RUMI TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595		REQUISITOS NORMA NTP 334.020 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I)	
REQUISITOS QUÍMICOS						
MgO (%)			6.00 Máx.			
SO <sub>3</sub> (%)	1.5 a 3.0		4.00 Máx.			
Pérdida por ignición (%)	1.5 a 4.0		5.00 Máx.			
REQUISITOS FÍSICOS						
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.75 a 2.85					
Expansión en autoclave (%)	0.07 a 0.03		-0.20 a 0.80			
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270		45 a 420			
Contenido de aire	2.5 a 8.0		12 Máx.			
Resistencia a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa
3 días	175 a 200	17.1 a 19.6	133 Min	13	122 Min	12Min
7 días	225 a 255	22 a 25	204 Min	20	194 Min	19 Min
28 días	306 a 340	30 a 33.3	255 Min	25	-	-
Resistencia a los sulfatos	%		%			
% Expansión a los 6 meses	< 0.04		0.05 Máx			
% Expansión a 1 año	< 0.05		0.10 Máx			

**RUMI**