



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Influencia de la aplicación de poliestireno extruído en las
propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Rivera Calle, Danni Teresa (ORCID: 0000-0002-7833-8509)
Vidaurre Salazar, Gerson Anderson (ORCID: 0000-0001-9431-2993)

ASESOR:

Mg. Contreras Velásquez, José Antonio (ORCID: 0000-0001-5630-1820)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

PIURA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

DANNI TERESA RIVERA CALLE

Este trabajo se lo dedico a mis padres: a mi papá Joél que está en el cielo, quién me inculcó a no desfallecer nunca , a luchar por cumplir mis metas ; a mi mamá Danninia , quién es mi apoyo incondicional que solo una madre puede hacer y sacrificar por sus hijos, así mismo le dedico a mis hermanos Luis, José, Iris, Lucy, Rosa, Doria, Joel, Maritza y Edgar que hoy más que nunca están conmigo ayudandome en lo que cada uno puede, para superar los contratiempos y situaciones adversas en mi vida.

GERSON ANDERSON VIDAURRE SALAZAR

En primer lugar dedico este presente trabajo a Dios por que cada dia necesitamos de él, a mis padres por haber confiado en mi y el apoyo que he tenido de ellos por cada aliento que me han dado en el proceso de mi formacion academica.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestro Padre Celestial, por darnos la vida cada día, por permitirnos estar aquí, culminado esta carrera profesional, por sostenernos en los momentos difíciles, por la esperanza y la fe que nos otorga, para seguir adelante , gracias infinitas le damos a Dios nuestro Señor por ayudarnos en cada momento de nuestras vidas.

A nuestros padres , hermanos, hermanas y familiares por su apoyo incondicional, para quienes le pedimos al Altísimo les bendiga y proteja siempre.

Agradecemos a nuestro asesor Ing. José Antonio Contreras Velasquez, por sus enseñanzas y asesoramiento en la presente investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	01
II. MARCO TEÓRICO.....	03
III. METODOLOGÍA	
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2 Variables y operacionalización.....	10
3.3 Población, muestra y muestreo.....	11
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	12
3.5 Procedimientos.....	13
3.6 Método de análisis de datos.....	13
3.7 Aspectos éticos.....	13
IV. RESULTADOS	
4.1 Ensayos del agregado fino.....	14
4.2 Ensayos del agregado grueso.....	19
4.3 Ensayos del Poliestireno extruido.....	24
4.4 Diseño de mezcla según método ACI del comité 211.....	25
4.5 Dosificación del ladrillo patrón con 0 % de poliestireno extruido.....	34
4.6 Dosificación del ladrillo con 20 % de poliestireno extruido.....	35
4.7 Dosificación del ladrillo con 40 % de poliestireno extruido.....	36
4.8 Producción del ladrillo de concreto.....	37
4.9 Propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto.....	47
4.10 Verificación de la Hipótesis del proyecto.....	64
V. DISCUSIÓN.....	70
VI. CONCLUSIONES.....	74
VII. RECOMENDACIONES.....	75
REFERENCIAS.....	76
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	:	Parámetros de resistencia y absorción.....	06
Tabla 2	:	Clases de unidad de albañilería para fines estructurales...	09
Tabla 3	:	Análisis granulométrico del agregado fino.....	15
Tabla 4	:	Contenido de humedad del agregado fino.....	16
Tabla 5	:	Peso unitario suelto del agregado fino.....	17
Tabla 6	:	Peso unitario compactado del agregado fino.....	18
Tabla 7	:	Peso específico y absorción del agregado fino.....	18
Tabla 8	:	Análisis granulométrico del agregado grueso.....	20
Tabla 9	:	Contenido de humedad del agregado grueso.....	21
Tabla 10	:	Peso unitario suelto del agregado grueso.....	22
Tabla 11	:	Peso unitario compactado del agregado grueso.....	22
Tabla 12	:	Peso específico y absorción del agregado grueso.....	23
Tabla 13	:	Características físicas y mecánicas del poliestireno XPE ..	24
Tabla 14	:	Propiedades físicas de los agregados	26
Tabla 15	:	Resistencia a la compresión promedio.....	27
Tabla 16	:	Coefficientes de variación y grados de control.....	27
Tabla 17	:	Resistencia Promedio.....	28
Tabla 18	:	Volumen por unidad del agua.....	28
Tabla 19	:	Contenido de aire atrapado.....	29
Tabla 20	:	Relación agua – cemento por resistencia.....	29
Tabla 21	:	Peso del agregado grueso.....	30
Tabla 22	:	Volúmenes absolutos.....	31
Tabla 23	:	Valores de diseño por m ³	32
Tabla 24	:	Peso del material en obra por m ³	33
Tabla 25	:	Dosificación en peso por m ³	34
Tabla 26	:	Dosificación en volumen por m ³	34
Tabla 27	:	Diseño de mezcla para concreto $f'c = 102 \text{ kg/cm}^2$ con 0% de XPE.....	34
Tabla 28	:	Diseño de mezcla para un concreto $f'c = 102 \text{ kg/cm}^2$ con 20% de XPE.....	35
Tabla 29	:	Diseño de mezcla para un concreto $f'c = 102 \text{ kg/cm}^2$ con 40% de XPE.....	36

Tabla 30	:	Cantidad total de materiales para 27 ladrillos.....	37
Tabla 31	:	Cantidad de material para producción de ladrillo patrón...	39
Tabla 32	:	Cantidad de material producción de ladrillo con 20 % de poliestireno extruído.....	42
Tabla 33	:	Cantidad de material producción de ladrillo con 40 % de poliestireno extruído	45
Tabla 34	:	Absorción de los ladrillos de concreto patrón.....	47
Tabla 35	:	Absorción de los ladrillos de concreto con 20 % de poliestireno extruido.....	48
Tabla 36	:	Absorción de los ladrillos de concreto con 40 % de Poliestireno extruido.....	48
Tabla 37	:	Variación dimensional de los ladrillos de concreto patrón.....	50
Tabla 38	:	Variación dimensional de ladrillos de concreto con 20 % de poliestireno extruido.....	51
Tabla 39	:	Variación dimensional de ladrillos de concreto con 40 % de poliestireno extruído.....	52
Tabla 40	:	Resumen de Variación dimensional de los ladrillos de concreto	52
Tabla 41	:	Alabeo de los ladrillos de concreto patrón.....	53
Tabla 42	:	Alabeo de los ladrillos con 20% de poliestireno extruído...	54
Tabla 43	:	Alabeo de los ladrillos con 40% de poliestireno extruído...	54
Tabla 44	:	Resistencia a la Compresión de los ladrillos de concreto patrón a los 28 días desde su elaboración.....	57
Tabla 45	:	Resistencia a la Compresión de ladrillos de concreto con 20% de poliestireno extruído a los 28 días.....	57
Tabla 46	:	Resistencia a la Compresión de ladrillos de concreto con 40% de poliestireno extruído a los 28 días.....	58
Tabla 47	:	Peso específico de los ladrillos de concreto.....	63
Tabla 48	:	Pruebas de Chi – Cuadrado para hipótesis general.....	66
Tabla 49	:	Pruebas de Chi – Cuadrado para hipótesis específica 1 ...	67
Tabla 50	:	Pruebas de Chi – Cuadrado para hipótesis específica 2...	68
Tabla 51	:	Pruebas de Chi – Cuadrado para hipótesis específica 3...	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	:	Curva granulométrica del agregado fino.....	15
Figura 2	:	Curva granulométrica del agregado grueso.....	20
Figura 3	:	Molde metálico de ladrillo.....	37
Figura 4	:	Cemento.....	38
Figura 5	:	Arena gruesa.....	38
Figura 6	:	Piedra chancada.....	38
Figura 7	:	Poliestireno extruído triturado.....	38
Figura 8	:	Proceso de mezclado.....	40
Figura 9	:	Proceso de moldeado.....	40
Figura 10	:	Proceso de fraguado.....	41
Figura 11	:	Proceso de curado.....	41
Figura 12	:	Ladrillo de concreto patrón.....	42
Figura 13	:	Proceso de mezclado con 20 % de poliestireno XPS.....	43
Figura 14	:	Ladrillo de concreto con 20 % de poliestireno XPS.....	44
Figura 15	:	Proceso de mezclado con 40 % de poliestireno XPS.....	45
Figura 16	:	Ladrillo de concreto con 40 % de poliestireno XPS.....	46
Figura 17	:	Resumen del % de Absorción de los ladrillos.....	49
Figura 18	:	Concavidad de los ladrillos de concreto.....	55
Figura 19	:	Convexidad de los ladrillos de concreto.....	56
Figura 20	:	Resistencia a la compresión a los 28 días.....	59
Figura 21	:	Resistencia a la compresión a los 14 días.....	60
Figura 22	:	Resistencia a la compresión a los 7 días.....	61
Figura 23	:	Resistencia a la compresión a los 7.14 y 28 días.....	62
Figura 24	:	Peso de los ladrillos de concreto.....	64

RESUMEN

El presente informe de investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de la aplicación de poliestireno extruido en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, con una metodología de tipo aplicativo y diseño experimental con dos variables: poliestireno extruido y ladrillos de concreto. La muestra fue de 27 ladrillos elaborados con 0%, 20% y 40% XPS, sustituyendo XPS en reemplazo de agregado fino.

El diseño de mezcla para un concreto $f'c$ de 102 kg/cm² fue 1: 3.6: 3.31: 0.80, obtenido mediante el método ACI del Comité 21, elaborando los ladrillos que fueron sometidos a los ensayos de laboratorio; los ladrillos patrón tuvieron una resistencia a los 28 días de 106.18 kg/cm², los ladrillos con 20 % de XPS, 116.31 kg/cm², los ladrillos con 40% de XPS, 94.06 kg/cm². Los ensayos de absorción, variabilidad, alabeo, peso y resistencia a la compresión cumplieron con los rangos establecidos en el RNE E070 y NTP 399.601.

Se concluyó que la aplicación de XPS influyó de manera positiva en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, cumpliendo con el RNE E E070 y NTP 399.601 que, para fines estructurales, los clasificó en Ladrillo tipo III y tipo 10, respectivamente.

Palabras clave: Poliestireno extruido, ladrillos de concreto, resistencia a la compresión, absorción.

ABSTRACT

The objective of this research report was to evaluate the influence of the application of extruded polystyrene on the physical and mechanical properties of concrete bricks, with an applicative methodology and experimental design with two variables: extruded polyester and concrete bricks. The sample consisted of 27 bricks made with 0%, 20% and 40% XPS, replacing XPS in replacement of fine aggregate.

The mix design for a concrete f'c of 102 kg / cm² was 1: 3.6: 3.31: 0.80, obtained through the ACI method of Committee 21, making the bricks that were subjected to laboratory tests; the standard bricks had a resistance at 28 days of 106.18 kg / cm², the bricks with 20% XPS, 116.31 kg / cm², the bricks with 40% XPS, 94.06 kg / cm². The tests of absorption, variability, warping, weight and resistance to compression complied with the ranges established in RNE E070 and NTP 399.601.

It was concluded that the application of XPS had a positive influence on the physical and mechanical properties of concrete bricks, complying with RNE E E070 and NTP 399.601 which, for structural purposes, classified them as Brick type III and type 10, respectively.

Keywords: Extruded polystyrene, concrete bricks, compressive strength, absorption.

I. INTRODUCCIÓN

El sector constructivo no es ajeno a los avances tecnológicos e innovaciones que se realizan a nivel mundial, innovando características de materiales que se adicionan a los ya existentes para optimar su calidad o determinando materiales nuevos.

En Guatemala, Ecuador y Chile se efectuó investigaciones referidas a la evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos agregando poliestireno expandido, obteniendo resultados favorables.

En España se ejecutó investigación relacionado al compuesto de yeso aligerado añadiendo poliestireno extruído (XPS), obteniendo efecto positivo al añadir XPS, destacando su alta resistencia al agua (De San Antonio, 2017).

En Piura, Junín, Cuzco y Lima se realizaron investigaciones que implican la utilización de poliestireno expandido en la elaboración de bloques, obteniendo efectos positivos, cumpliendo con las clausulas señaladas en las Normas (Álvarez y Meca , 2019).

Con el propósito de contribuir con el progreso del sector constructivo, llevamos a cabo un proyecto que consistió en evaluar los efectos del uso del poliestireno extruido (XPS) en la fabricación de ladrillos, planteando la interrogante: ¿De qué manera influye la aplicación de XPE en las propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de concreto?

Nuestra investigación desde el punto de vista teórico se justificó debido a la aportación de nuevo conocimiento al ya existente referido a mejorar las propiedades de los ladrillos, dando cumplimiento a las cláusulas señaladas en las Normas, así como mejorar el conocimiento sobre XPS.

De San Antonio (2017), recalca la utilización de Poliestireno extruído como aislante térmico esencialmente para elaborar cubiertas invertidas, por su excelente durabilidad y resistencia (p.14).

A nivel técnica se justificó nuestra investigación concerniente a la agregación de XPS en la fabricación de ladrillo, con el fin de innovar nuevos materiales y procesos constructivos de calidad.

Fierro y Almeyda (2011), El concreto, permite transformar los aspectos químicos y físicos de su diseño obteniendo diferentes resultados, y al añadir nuevas tecnologías proporciona materiales deseados.

Desde el punto de vista social se justificó porque al emplear el XPS se contribuirá a reducir el impacto ambiental, debido a que el XPS al ser descartado, puede ser reusado mediante procedimiento de transformación, ya que este demora varios años para degradarse.

Al respecto, Alpedrete (2018). El XPS no es biodegradable, es aislante y térmico en la construcción civil, se emplea como embalaje de bienes como los electrodomésticos y en la industria alimentaria como embalaje o empaque de huevos, demora 500 años para degradarse, lo que conlleva a una elevada contaminación del ambiente.

El proyecto tuvo como objetivo: evaluar la influencia de la aplicación de poliestireno extruido (XPS) en las características físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, los objetivos específicos fueron: determinar el diseño de mezcla para la fabricación del ladrillo de concreto con agregados de XPS para lograr una resistencia de 102 kg/cm², realizar la sustitución de XPS en la fabricación de ladrillos en porcentajes de 0%,20% y 40 % en sustitución del agregado fino, y el tercer objetivo específico fue, determinar las propiedades mecánicas y físicas que logrará el ladrillo con la aplicación de XPS.

La hipótesis general de nuestro proyecto fue: “La aplicación de poliestireno extruido (XPS) influirá de manera positiva en las propiedades de los ladrillos”. Las hipótesis específicas fueron: “El diseño de mezcla para la elaboración del ladrillo con agregados de XPS cumplirá la resistencia de 102 kg/cm²”, “La sustitución del XPS en porcentajes de 0%,20%,40 % en reemplazo del agregado grueso influirá de manera positiva” y la tercer hipótesis específica fue: “Las propiedades del ladrillo con el uso de XPS cumplirán con la Norma Técnica Peruana”.

II. MARCO TEÓRICO

Lapa, J. (2020). En su trabajo de investigación: “Efecto del poliestireno expandido en las propiedades de la unidad de albañilería de concreto”, tuvo como objetivo establecer el efecto que ocasiona el poliestireno expandido (EPS) en las características del ladrillo. El estudio fue aplicativo con diseño correlacional, adicionando un 20, 40 y 60 % de EPS, en sustitución del agregado fino. Concluyó que el EPS influye de forma positiva en las características de absorción, variación dimensional, alabeo, succión y densidad, pero la resistencia a la compresión fue reducida. Los ladrillos con 20 % de EPS tuvieron una resistencia de 72.68 kg/cm², clasificaron como ladrillo tipo II.

Salazar A. y Solis W. (2019). En su investigación: “Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería incorporando poliestireno expandido (EPS) para ser utilizado como tabiquería”, tuvo como objetivo evaluar la influencia de la adición de EPS en la resistencia a la compresión de los bloques, el estudio fue aplicativo, experimental, adicionando 25 % y 60 % de EPS en sustitución del agregado grueso. Concluyó que el EPS influye de forma positiva en las características de absorción, variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión, los ladrillos con 25 % de EPS fueron los mejores, estos tuvieron resistencia de 73.13 kg/cm². los ladrillos con 60 % de EPS , 53.42 kg/cm² y los ladrillos patrón alcanzaron resistencia de 68.10 kg/cm². Clasificándose como bloques para muros portantes y no portantes.

De San Antonio, A. (2017). Realizó la investigación denominada “Caracterización de compuestos eco eficientes de yeso aligerado con residuo de XPS (Poliestireno Extruido)”. Universidad Politécnica de Madrid, tuvo como objetivo contribuir en la reducción del impacto ambiental a partir de un compuesto de yesos y residuos de XPS. El estudio fue aplicativo y correlacional. Concluyó en que el porcentaje máximo permitido de XPS es de 4 % para una matriz de yeso, cumpliendo la normativa a excepción de la resistencia a la compresión, destacando su fuerte resistencia al agua.

Cuesta, L. (2014). En su investigación: “Análisis de las propiedades de desechos de poliestireno extruído y su reutilización en láminas para termo formado”. Escuela Politécnica Litoral, Guayaquil, tuvo como objetivo determinar el óptimo uso de este tipo de poliestireno según la evaluación de las características, el estudio tuvo un diseño experimental, y se concluyó que el uso más adecuado para este material, siempre estará en función o relación al índice de fluidez ya que esta característica es la principal.

Casapino J. y Serrano Q. (2020). Realizó la investigación denominada “Evaluación de la conductividad térmica y propiedades de bloques de concreto sustituyendo el confitillo por el poliestireno expandido (EPS) tipo perla”, tuvo como objetivo, determinar la conductividad térmica y las características físicas-mecánicas de los bloques de concretos fabricados adicionando EPS tipo perla, sustituyendo al confitillo. El tipo de estudio fue experimental. Se agregó EPS 0.5 %. 1 %, 1.5 % y 2 %. Concluyó que la conductividad térmica y propiedades de los bloques de concreto cumplen con la Norma E070, en los porcentajes de 0.5 %. 1 %, 1.5 % y 2 % de adición de EPS, sin embargo la resistencia a la compresión disminuyó al agregar 2 % de EPS.

Ñaupá M. (2018). Realizó una investigación denominada “Evaluación de la calidad y costos de bloques de cemento con perlitas de poliestireno como alternativa en muros de albañilería”, tuvo como objetivo determinar la calidad de bloques de cemento adicionando perlitas de poliestireno con la finalidad de evaluar la resistencia a la compresión y encontrar la dosificación idónea, el estudio fue explicativo, experimental. Concluyó en que se consiguió el diseño ideal, la densidad fue 1,655.49 kg/m³ clasificó como concreto liviano y la resistencia a compresión fue de 32.14 kg/cm² (bloque no portante).

Álvarez F. y Meca O. (2019). En su investigación “Diseño de unidades de albañilería de concreto liviano a base de poliestireno expandido”, cuyo objetivo fue diseñar y elaborar ladrillos de concreto liviano adicionando poliestireno expandido (EPS), y determinando las propiedades del EPS; el tipo de investigación fue experimental, transeccional, concluyó en que las unidades de albañilería adicionando EPS tuvieron una resistencia a compresión de 69.75

kg/cm², absorción 5.792% y un peso promedio de 1,679.01 kg/m³, la cantidad utilizada de EPS fue de 0.0910 kg/bloque, cumpliendo con la Normas Peruanas e internacionales.

Poliestireno

Es un polímero o termoplástico cuya base es el estireno (Álvarez, 2019, p.22). En 1831 a partir de la corteza de un árbol se aisló un líquido incoloro denominado estireno, en la actualidad este se obtiene del petróleo (Ñaupá, 2018, p13).

Poliestireno extruído

Es una espuma rígida que resulta del poliestireno cristal fundido, tiene una estructura celular cerrada, se obtiene de la extracción del poliestireno (95%) y la aplicación de un gas espumante (5%), su producción data desde el año 2000 (citado por De San Antonio, 2017, p.13).

Diferencia entre poliestireno extruído (XPS) y poliestireno expandido (EPS).

La diferencia es que, en el XPS, las burbujas son cerradas por lo tanto si se moja no pierde sus propiedades aislantes, no absorbe la humedad, el XPS tiene mayor resistencia mecánica y mayor densidad. (Citado por Cuesta, 2014, p.68).

Propiedades del poliestireno extruído (XPS)

Para ECO GREENHOME (s. f) las principales propiedades del XPS son las siguientes:

Densidad. - La densidad promedio del XPS de 35 kg/m³.

Conductividad térmica. - 0,0288 W/(mK).

Resistencia mecánica. - Entre 1.7 y 7.04 kg/cm²

Aislamiento térmico. - Tiene elevada capacidad de aislamiento térmico, se emplea como aislamiento ante el calor o frío.

Comportamiento frente al agua. - El XPS no es higroscópico, la absorción de agua es inferior al 0.30 %.

Propiedades químicas. - Su resistencia química y a los rayos UV es frágil.

Aplicaciones en la construcción civil

En el rubro de construcción civil el XPS se utiliza para los siguientes procesos:

Aislamiento térmico

Absorción de impactos

Impermeabilizante

Cubierta invertida, en el cual el aislamiento térmico se instala por arriba del impermeabilizante ampliando la vida útil (Citado por Cuesta, 2014, p.68).

Ladrillo de concreto

Son unidades de albañilería, estos especímenes son elaborado con cemento, agregado fino, agregado grueso y -agua, se utiliza para fines estructurales y no estructurales (Juárez y Neira, 2020, p.72).

Según la NTP 399.601 las unidades de albañilería de peso normal son aquellas son aquellas que tienen una densidad igual o mayor a 2000 kg/m³.

Clasificación de los ladrillos de concreto

Según la NTP 399.601, los ladrillos se clasifican:

Ø Ladrillo tipo 24. - Se utilizan como unidad de enchape arquitectónico, muros exteriores y para alta resistencia a la compresión, humedad y frío.

Ø Ladrillo tipo 17. - Uso general y moderada resistencia a la compresión, humedad y frío.

Ø Ladrillo tipo 14. - Uso general y moderada resistencia a la compresión.

Ø Ladrillo tipo 10. - Uso general y moderada resistencia a la compresión

Tabla 1. *Parámetros de resistencia y absorción*

TIPOS DE LADRILLO	RESIST. A LA COMPRES. fb mínimo en Mpa en relación al área bruta promedio		ABSORC. (máx en %)
	Promed. Tres unid	Unid. Individ.	promedio de tres unid.
Ladrillo 24	24	21	8
Ladrillo 17	17	14	10
Ladrillo 14	14	10	12
Ladrillo 10	10	8	12

Fuente: NTP 399.601.

Características físicas del ladrillo de concreto

Variación dimensional

Es la diferencia en las dimensiones de los ladrillos, ya sea de largo, ancho y altura comparado con sus dimensiones especificadas, teniendo en cuenta que el espesor mínimo de las juntas de mortero para conseguir una buena adhesión es de nueve a doce milímetros (Zafra,2014, p.25).

Alabeo

Se refiere al nivel de concavidad o convexidad del ladrillo teniendo en cuenta que el espesor mínimo de las juntas de mortero para conseguir una buena adhesión es de nueve a doce milímetros (Salazar y Solís ,2019, p.18).

El alabeo máximo permitido según el RNE E070 es de 10 mm.

Absorción

Es el nivel de humedad de los ladrillos al sumergirlos en agua por 24 horas, en referencia al peso saturado superficialmente seco (Zafra,2014, p.27).

La absorción máxima permitida según la NTP 399.601 es de 12 %.

Peso unitario o densidad

La NTP 399.604 indica que la densidad es la relación que hay entre el peso seco de la unidad de albañilería y la diferencia entre su peso saturado y peso sumergido, obtenido en kg/m³. las unidades de albañilería de peso normal son aquellas que tienen una densidad igual o mayor a 2000 kg/m³.

Características mecánicas del ladrillo de concreto

Resistencia a la compresión

Consiste en dividir la carga recibida medida en newton entre el área bruta del espécimen, este ensayo se realiza en una máquina especializada para resistencia a la compresión generalmente se realiza a los 7, 14 y 28 días luego de su fabricación (Zafra,2014, p.28).

La resistencia a la compresión mínima de las unidades de albañilería permitida según la NTP 399.601 en promedio de tres unidades es de 10 mpa o 102 kg/cm².

Proceso de elaboración de los ladrillos de concreto

Para elaborar los ladrillos primero se realiza la granulometría de los agregados, proceso de mezclado, compactación y el desmoldado por volteo, luego se realiza el proceso de fraguado, curado, secado y almacenamiento (Montero y Salinas, 2020, p.14).

Cemento

La Norma Técnica E.060, lo define como “resultado del proceso de pulverización del Clinker (que se forma por la calcinación de caliza y arcilla a una temperatura que va desde 1350 a 1450 °C) con la incorporación de sulfato de calcio.

Agregado fino

Es el agregado que se forma por descomposición natural o artificial de las rocas, que pasa por el tamiz 9.5 mm (3/8”) y que satisface los márgenes implantados en la norma NTP 400.037 (Salazar y Solís, 2019, p.13).

Agregado grueso

Se forma por la descomposición de forma natural o artificial de las rocas, piedras partidas o agregados metálicos que se retiene en la malla 4.75 mm (N°4) y que satisface los márgenes implantados en la NTP 400.037 (Salazar y Solís, 2019, p.13)

Reglamento Nacional de Edificaciones – E 070: Albañilería.

Norma que instituye los requisitos mínimos para diseñar, controlar la calidad, indica los análisis, los materiales e insumos para la construcción de las edificaciones de albañilería estructuradas.

Clases de unidad de albañilería para fines Estructurales

El RNE E070 establece las clases de ladrillos para fines estructurales: tipo I, tipo II, tipo III, Tipo IV y tipo V, bloque portante y bloque no portante. Los criterios utilizados por esta norma para clasificar los ladrillos se basan en el porcentaje máximo de la variación dimensional, los mm máximos permitidos en alabeo y la resistencia a la compresión mínima medida en Mpa o kg/cm.

Tabla 2. Clases de unidad de albañilería para fines estructurales

Clase de ladrillo	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia a la compresión fb mínimo en Mpa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Mayor a 100 mm		
I	(+/-) 8	(+/-) 6	(+/-) 4	10	4.9 (50)
II	(+/-) 7	(+/-) 6	(+/-) 4	8	6.9 (70)
III	(+/-) 5	(+/-) 4	(+/-) 3	6	9.3 (95)
IV	(+/-) 4	(+/-) 3	(+/-) 2	4	12.7 (130)
V	(+/-) 3	(+/-) 2	(+/-) 1	2	17.6 (180)
Bloque P	(+/-) 4	(+/-) 3	(+/-) 2	4	4.9 (50)
Bloque NP	(+/-) 7	(+/-) 6	(+/-) 4	8	2.0 (20)

Fuente: RNE E 070. (2006).

Pruebas

El RNE E-070 norma los análisis de laboratorio que se efectuará a las unidades de albañilería, siendo estos, muestreo, resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción.

NTP. 399.601. Unidades de Albañilería. Ladrillos de concreto. Requisitos

Norma que instaura los requisitos para la producción de ladrillos de concreto para albañilería estructural, fabricados con cemento portland, agua, y agregados (Comité Técnico de Normalización CTN).

NTP. 399.604. Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo.

En esta Norma se define el procedimiento para el ensayo y muestreo de unidades de concreto como dimensiones, % de absorción, densidad, humedad y resistencia a compresión.

III. METODOLOGÍA

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación

Las investigaciones aplicadas solucionan problemas de la práctica e intentan descubrir métodos o materiales que mejoren los procesos (Lapa, 2020, p.48). Esta investigación fue de tipo aplicativo pues buscó descubrir nuevos materiales en el proceso constructivo, tal es el caso del poliestireno extruido (XPS) para mejorar dicho proceso

Diseño de investigación

En la investigación experimental el investigador manipula una variable experimental que no ha sido comprobada (citado por Álvarez y Meca, 2019, p.29).

Para nuestra investigación el diseño fue de tipo experimental ya que se manipuló la variable independiente, agregando ciertas cantidades de XPS en la elaboración de ladrillos para evidenciar la influencia en las propiedades del ladrillo.

3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Variables

Nuestra investigación tuvo dos variables:

Variable dependiente. - Ladrillos de Concreto.

Variable Independiente. – Poliestireno extruido (XPS),

Operacionalización de variables

Se muestra en la tabla N° 53 de los anexos de la presente investigación.

3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTRÉO

Población

Salazar y Solís (2019). La población es el conjunto de elementos que serán motivo de estudio (p.26.).

En nuestra investigación la población fue constituida por la mezcla que se utilizó en la fabricación de los ladrillos.

Muestra

La muestra forma parte de la población, a la cual se efectuará alguna investigación, la muestra debe ser suficiente y representativa (Álvarez y Meca, 2019, p.32).

La muestra de nuestra investigación fue de 27 ladrillos de concreto de los cuales 09 se utilizaron en el analisis de resistencia a la compresión a los 7 días, 09 para el ensayo de resistencia a los 14 días y 09 especímenes para pruebas de laboratorio de variación dimensional, alabeo, absorción, peso unitario y resistencia a los 28 días de curado.

De los 27 especímenes utilizados en las pruebas de laboratorio, a los 7, 14 y 28 días de curado:

- Nueve unidades con 0% de XPE.
- Nueve unidades con 20% de XPE.
- Nueve unidades con 40% de XPE.

Muestreo

En el método no probabilístico se eligen los elementos de la población por razones específicas, analizando el límite de su representatividad (Allerta, 2019, p.02).

El tipo de muestreo que se utilizó es el no probabilístico por que se seleccionaron 27 ladrillos adicionando XPE en porcentajes de 0%, 20% y 40%, de los cuales nueve unidades con 0% de XPE, nueve especímenes con 20% de XPE y nueve unidades con 40% de XPE.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas

Álvarez y Meca (2019), la técnica se define como las diversas formas de conseguir la información (p.32.).

La técnica que se utilizó fue la observación y análisis documental que consistió en observar directamente los sucesos que ocurrieron en el proceso de fabricación de los ladrillos y en el laboratorio, posterior a ello se registró la información en las fichas técnicas.

Instrumentos para recolección de datos

Según Salazar y Solís (2019), los instrumentos son herramientas físicas, mecánicas que permiten recabar los datos de las pruebas” (p.26).

Para la obtención y recolección de datos usamos las fichas técnicas, registrando en ellas los datos obtenidos.

Validez y confiabilidad

Las fichas técnicas utilizadas fueron validadas por las normas:

RNE E 070.

NTP 399.601.

NTP 399 .604.

Los análisis se realizaron en el laboratorio Ensayo de Materiales L&D EIRL, identificado con RUC N° 20607462756, con domicilio fiscal y legal en Calle Tacna N° 125 del Distrito de Castilla. Departamento de Piura.

3.5 PROCEDIMIENTOS

Las medidas de los ladrillos de concreto fueron de 24x13x9 cm (largo, ancho y altura), ladrillo tipo III o tipo 10, macizo, se empleó concreto para una resistencia de 10 Mpa o 102 kg/cm², antes de su fabricación se realizó análisis de granulometría a los agregados, módulo de fineza, contenido de humedad, ensayos del peso unitario y del peso específico. Agregando 0%, 20% y 40 % de poliestireno extruido (XPS) cuya presentación fue en planchas el mismo que fue triturado de forma manual en perlas cuya medida fue de hasta 3 mm, el XPS se adicionó en reemplazo del agregado fino.

Los ladrillos se elaboraron de forma manual, empleando plantillas móviles en las que se depositó la mezcla, luego se realizó la compactación, desmoldado, fraguado, curado, secado y almacenamiento de los mismos. Al final se efectuó ensayos de laboratorio a los 28 días de curado, los análisis fueron: absorción, resistencia a compresión, alabeo, variación dimensional, peso unitario. En el caso del análisis de resistencia se efectuó a los 7, 14 y 28 días. Los datos y resultados de los análisis se registraron en las fichas técnicas (que figuran en los anexos)

3.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Los datos se analizaron por medio de tablas y gráficos empleando Microsoft Excel y Programa SPSS25, verificando que se encuentren dentro de los parámetros de las Normas Peruanas.

3.7 ASPECTOS ÉTICOS

Con el fin de avalar la ética de la investigación cumplimos con las normas:

RNE E 070.

NTP 399.601.

NTP 399.604.

Los autores garantizamos los resultados que se obtuvo, sin alteración alguna.

IV. RESULTADOS

Con el fin de cumplir los objetivos trazados primero se seleccionó los materiales adecuados con los que se elaboró los ladrillos, se utilizó arena gruesa adquirida en la cantera de Cerro Mocho, confitillo de la cantera de Sojo, poliestireno extruído (XPS) adquirido en tienda comercial, presentación en plancha de 2.40 m x 1.20 m, el mismo que fue triturado de forma manual en perlas cuya medida fue de hasta 3 mm, el XPS se adicionó en reemplazo del agregado fino en porcentajes de 20% y 40 %; así mismo se utilizó cemento portland tipo MS y agua potable que proviene de la Planta de Curumuy.

Las características del agregado fino, grueso y del poliestireno extruído se detallan en los puntos 4.1, 4.2 y 4.3, respectivamente, en los siguientes puntos se indica el diseño de mezcla, las dosificaciones y la producción de los ladrillos con adición de 0%, 20 % y 40 % de XPE en reemplazo del agregado fino; culminando con la determinación de las propiedades de los especímenes mediante las pruebas de laboratorio.

4.1 Ensayos del agregado fino (AF)

4.1.1 Análisis granulométrico

Se llevó a cabo de acuerdo a la NTP 400.012

- Cantera de Cerro Mocho, muestra equivalente 1000 gramos.
- La muestra se colocó en horno a temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, por el lapso de 24 horas. Luego se dividió la muestra en 4 partes, tomándose 2 de ellas y se mezcló y luego se obtuvo una muestra de 250 gr.
- Luego se tamizó (tamices de 3/8", N°4, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200) por 2 minutos y se pesó la muestra retenida y en el fondo. Calculando la curva granulométrica.

A continuación, se presenta los resultados

Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado fino

Tamiz	Abertura mm	Peso Retenido gr	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Límite ASTM
3/8"	9.5	0	0	0	100	100
1/4"	6.3	1.45	0.6	0.6	99.4	95-100
N° 4	4.75	5.89	2.4	2.9	97.1	95-100
N° 8	2.36	25.87	10.3	13.3	86.7	80-100
N° 16	1.18	53.23	21.3	34.6	65.4	50-85
N° 30	0.6	59.99	24	58.6	41.4	25-60
N° 50	0.3	54.02	21.6	80.2	19.8	10-30
N° 100	0.15	41.51	16.6	96.8	3.2	2-10
N° 200	0.075	8.03	3.2	100	0	0- 2
Bandeja		0.01	0	100	0	
Total		250	100			

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: La Tabla 3 muestra el ensayo de análisis granulométrico del agregado fino, el cual cumplió con los parámetros indicados en la NTP 400.012 (2001) y ASTM 136.

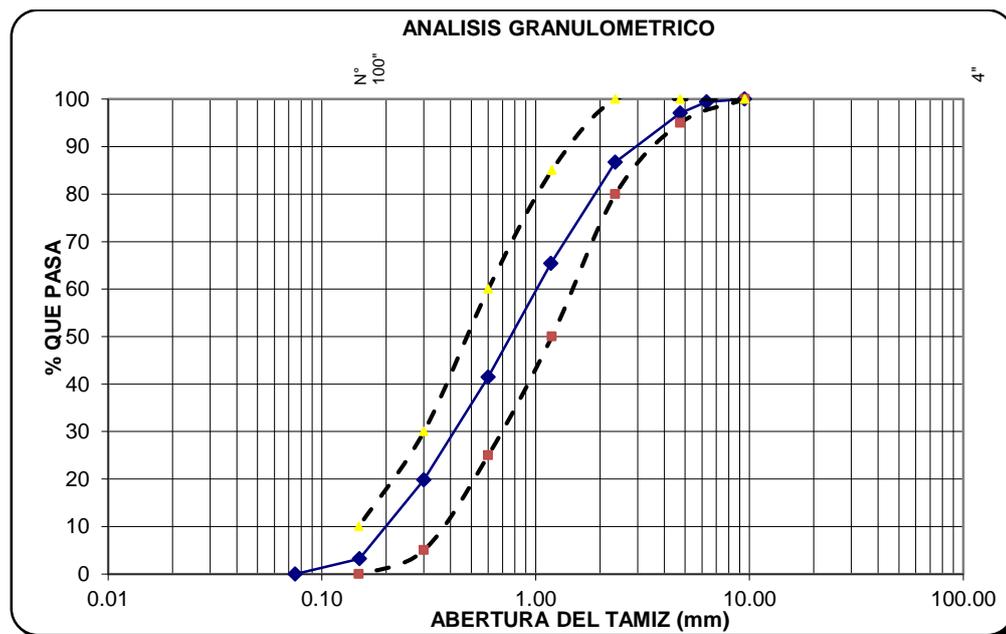


Figura 1. Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Ensayo de laboratorio

4.1.2 Módulo de fineza

Se obtiene sumando los porcentajes acumulados de la muestra de agregado retenido acumulado en los tamices desde el N° 04 al N° 100 y luego dividiendo entre 100. Según la NTP 400.012 y ASTM 136 este debe ubicarse en el rango de 2.3 a 3.15.

$$MF = \Sigma \% \text{ Retenido Acumulado malla N}^\circ 04 \text{ a malla N}^\circ 100 / 100$$

$$MF = 286.4/100$$

$$MF = 2.86$$

El módulo de fineza del agregado fino cumplió con el rango entre 2.3 a 3.15 establecido en la NTP 400.012 y ASTM 136.

4.1.3 Contenido de humedad

Tabla 4. *Contenido de humedad del agregado fino*

Descripción	Fórmula	Unidad	M1	M2	M3
Peso muestra estado natural	A	g	250	250	250
Peso muestra seca en horno	B	g	249.0	249.8	249.7
Contenido de agua	A-B	g	1	0.2	0.3
Contenido de humedad	$H = (A-B/B) \times 100$	%	0.40	0.08	0.12
Promedio		%		0.20	

Fuente: ensayo de laboratorio.

Interpretación: La Tabla 4 detalla el contenido de humedad obtenido del promedio de 3 muestras, arrojando como resultado que, el AF contuvo 0.20 % de humedad. Este análisis se obtuvo bajo la norma NTP 339.185, mediante la siguiente fórmula:

$$H = (A-B/B) \times 100$$

Donde:

H = % Humedad

A = Peso en estado natural

B = Peso seco en horno.

4.1.4 Peso unitario del agregado fino

Peso unitario suelto

Tabla 5. *Peso unitario suelto del agregado fino*

Descripción	Símbolo	Unidad	M1	M2	M3
Peso muestra seca	Ws	kg	3.157	3.155	3.143
Volumen del molde		m ³	0.00211	0.00211	0.002105
Peso Unitario Suelto	PUS	kg/m ³	1,499.8	1,498.8	1,493.1
Promedio		kg/m ³		1,497	

Fuente: ensayo de laboratorio.

Interpretación: La Tabla 5 indica el Peso unitario suelto del AF obtenido del promedio de 3 muestras, arrojando como resultado que, su peso unitario suelto fue de 1,497 kg/m³. Este análisis se obtuvo considerando la norma NTP 400.017, mediante la siguiente fórmula:

$$PUS = Ws / V$$

Donde:

PUS = Peso unit. suelto

Ws = Peso seco

V = Volumen de molde.

Peso unitario compactado

Tabla 6. *Peso unitario compactado del agregado fino*

Descripción	Símbolo	Unidad	M1	M2	M3
Peso muestra compactada	Wc	kg	3.605	3.601	3.61
Volumen del molde		m3	0.0021	0.0021	0.0021
Peso Unitario Compactado	PUS	kg/m3	1,712.59	1,710.69	1,714.96
Promedio		kg/m3		1,713	
Fuente: elaboración propia.					

Interpretación: La Tabla 6 indica el peso unitario compactado (PUC) del AF obtenido del promedio de 3 muestras, arrojando como resultado que, su PUC fue de 1,713 kg/m3. Este análisis se obtuvo considerando la norma NTP 400.017, mediante la fórmula:

$$PUC = Wc / V$$

Donde:

PUC = Peso unitario compactado

Wc = Peso de muestra compactada

V = Volumen del molde.

4.1.5 Peso específico y absorción del agregado fino

Tabla 7. *Peso específico y absorción del agregado fino*

Descripción	Símbolo	Un	M1	M2	Prom
Peso del frasco mas agua aforado	A	gr	666.91	666.9	
peso de la muestra seca en horno	B	gr	248.37	248.3	
Peso de la muestra saturada superf seca	C	gr	250	250	
Peso del frasco mas agua mas muestra aforado	D	gr	820.83	820.9	
Peso específico de masa seca	B/(C-(D-A))	gr/cm3	2.59	2.59	2.59
Peso específico de masa saturada superfic seca	C/(C-(D-A))	gr/cm3	2.60	2.60	2.60
Peso específico aparente	B/(B-(D-A))	gr/cm3	2.63	2.63	2.63
Absorción del agua	((C-B) x 100)/B	%	0.7	0.7	0.7
Fuente: elaboración propia.					

Interpretación: La Tabla 7 detalla el peso específico de la masa seca (Pe) y absorción del AF obtenido del promedio de 2 muestras, arrojando como resultado que su Pe fue de 2.59 gr/cm³ y el porcentaje de absorción del agregado fue de 0.7 %. Este análisis se obtuvo considerando la norma NTP 400.022, mediante la siguiente fórmula:

$$Pe = B/(B-(D-A))$$

Donde:

Pe = Peso específico en gr/cm³

B = Peso de muestra seca en horno en gr

D = Peso del frasco + agua + muestra aforado en gr

A = Peso del frasco + agua aforado en gr

Absorción del agregado:

$$\% Ab = ((C-B) \times 100) / B$$

Donde:

% Ab = Porcentaje absorción

B = Peso seco en horno

C = Peso saturado superficialmente seco

4.2 Ensayos del agregado grueso (AG)

4.2.1 Análisis granulométrico del agregado grueso

Se llevó a cabo considerando la NTP 400.012

- Cantera de Sojo, muestra equivalente a 24000 g.
- La muestra se colocó en un horno a 110 °C ± 5°C, por 24 horas, se dividió en 4 partes, tomándose 2 de ellas, se mezcló obteniendo una muestra de 6020 g.
- Luego se tamizó (tamices de 1/2" 3/8", N°1, N°4, N°16) por 2 minutos y se pesó la muestra retenida y en el fondo. Calculando la curva granulométrica.

Tabla 8. Análisis granulométrico del agregado grueso

Tamiz	Abertura mm	Peso Retenido gr	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Límite ASTM
1"						100-100
3/4"	19	0	0	0	100	90-100
1/2"	12.5	1976	32.8	32.8	67.2	
N° 3/8	9.5	2400	39.9	72.7	27.3	20-55
N° 1/4	6.3	1365	22.7	95.4	4.6	
N° 4	4.75	209	3.4	98.8	1.2	0-10
N° 8	2.36	42.1	0.7	99.5	0.5	0-5
N° 200	0.075	4.2	0.1	99.6	0.4	
Bandeja		23.7	0.4	100	0	
Total		6020	100			

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: La Tabla 8 muestra el ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso, el cual cumplió con los parámetros indicados en la NTP 400.012 y ASTM 136.

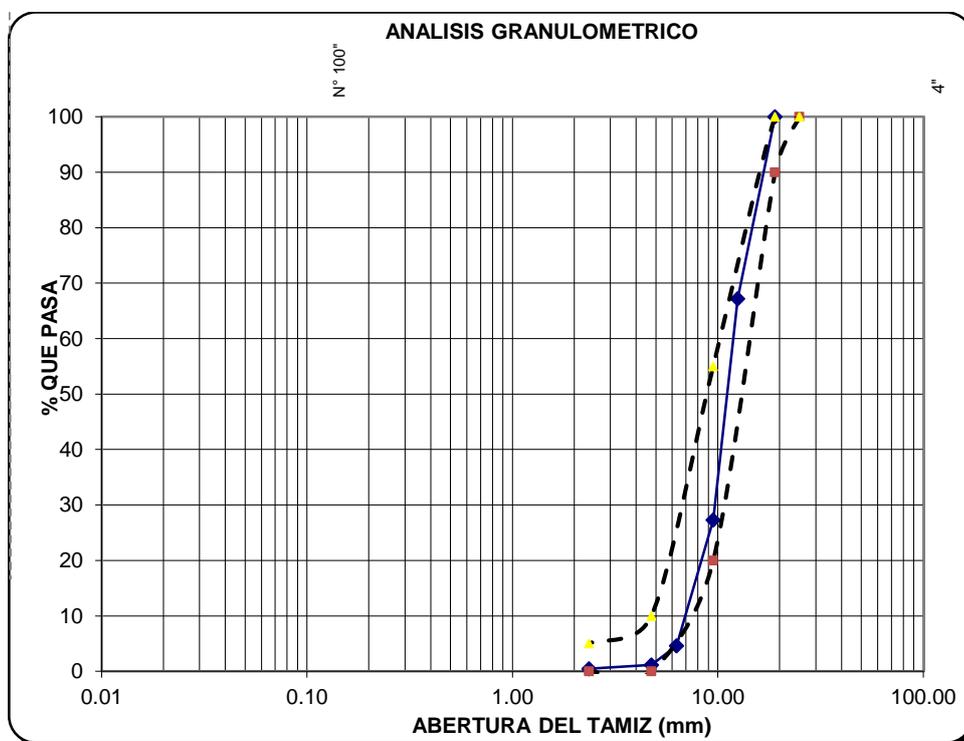


Figura 2. Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: Ensayo de laboratorio

4.2.2 Tamaño Máximo Nominal

Es aquel que pertenece al tamiz menor de la serie utilizada que resulta retenido primero, según la NTP 400.012 y ASTM 136. Siendo el TMN para el agregado grueso de ½ “(12.5 mm) el cual debe estar en el rango de los tamices N° 04 ≤ TMN ≤ 1/2 “.

4.2.3 Contenido de humedad

Tabla 9. *Contenido de humedad del agregado grueso*

Descripción	Fórmula	Unidad	M1	M2	M3
Peso muestra estado natural	A	g	950	960	980
Peso muestra secada en horno	B	g	949	959	979
Contenido de agua	A-B	g	1	1	1
Contenido de humedad	$H=(A-B/B) \times 100$	%	0.11	0.10	0.10
Promedio		%		0.10	

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: En la Tabla 9, se muestra el contenido de humedad obtenido del promedio de 3 muestras, arrojando como resultado que, el agregado grueso contuvo 0.10 % de humedad. Este análisis se obtuvo considerando la norma NTP 339.185, mediante la siguiente fórmula:

$$H = (A-B/B) \times 100$$

Donde:

H = % humedad

A = Peso en estado natural

B = Peso secado en horno.

4.2.4 Peso unitario del agregado grueso

Peso unitario suelto

Tabla 10. Peso unitario suelto del agregado grueso

Descripción	Símbolo	Unidad	M1	M2	M3
Peso muestra seca	Ws	kg	3.22	3.228	3.23
Volumen del molde		m ³	0.0021	0.0021	0.0021
Peso Unitario Suelto	PUS	kg/m ³	1,529.7	1,533.5	1,534.4
Promedio		kg/m ³		1,533	
Fuente: elaboración propia.					

Interpretación: La Tabla 10 muestra el peso unitario suelto del agregado grueso obtenido del promedio de 3 muestras, arrojando como resultado que, su peso unitario suelto fue de 1,533 kg/m³. Este análisis se obtuvo considerando la norma NTP 400.017, mediante la siguiente fórmula:

$$PUS = Ws / V$$

Donde:

PUS = Peso unitario suelto

Ws = Peso seco

V = Volumen molde.

Peso unitario compactado

Tabla 11. Peso unitario compactado del agregado grueso

Descripción	Símbolo	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso muestra compactada	Wc	kg	3.367	3.372	3.378
Volumen del molde		m ³	0.0021	0.0021	0.0021
Peso Unitario Compactado	PUS	kg/m ³	1,599.52	1,601.90	1,604.75
Promedio		kg/m ³		1,602	
Fuente: elaboración propia.					

Interpretación: La Tabla 11 muestra el peso unitario compactado del agregado grueso obtenido del promedio de 3 muestras, arrojando como resultado que, su PUC fue de 1,602 kg/m³. Este análisis se obtuvo considerando la norma NTP 400.017, mediante la siguiente fórmula:

$$PUC = Wc / V$$

Donde:

PUC = Peso unitario compactado

Wc = Peso compactado

V = Volumen molde.

4.2.5 Peso específico y absorción del agregado grueso

Tabla 12. *Peso específico y absorción del agregado grueso*

Descripción	Símbolo	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Prom
Peso del frasco mas agua aforado	A	gr	661.97	662.09	
peso de la muestra seca en horno	B	gr	248.37	248.3	
Peso de la muestra saturada superf seca	C	gr	250.69	250.19	
Peso del frasco mas agua mas muestra aforado	D	gr	820.53	821.59	
Peso específico de masa seca	$B/(C-(D-A))$	gr/cm ³	2.70	2.74	2.72
Peso específico de masa saturada superfic seca	$C/(C-(D-A))$	gr/cm ³	2.72	2.76	2.74
Peso específico aparente	$B/(B-(D-A))$	gr/cm ³	2.77	2.80	2.78
Absorción del agua	$((C-B) \times 100)/B$	%	0.9	0.8	0.8

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: La Tabla 12 muestra el peso específico y absorción del agregado grueso obtenido del promedio de 2 muestras, arrojando como resultado que, su Pe fue de 2.72 gr/cm³ y el porcentaje de absorción fue de 0.84 %. Este análisis se obtuvo considerando la norma NTP 400.022, mediante la fórmula:

Peso específico:

$$Pe = B/(B-(D-A))$$

Donde:

Pe = Peso específico en gr/cm³

B = Peso seco en horno en gr

D = Peso del frasco + agua + muestra aforado en gr

A = Peso del frasco + agua aforado en gr

Absorción del agregado:

$$\% Ab = ((C-B) \times 100) / B$$

Donde:

% Ab = Porcentaje absorción

B = Peso seco en horno

C = Peso saturada superficialmente seco

4.3 Ensayos del Poliestireno extruído

Tabla 13. Características físicas y mecánicas del poliestireno extruído

Características	Valores	Fuente
Absorción del agua	0.30%	Ficha Técnica Foamular 250
Resistencia a la compresión min	1.76 kg/cm ²	Ficha Técnica Foamular 250
Resistencia al fuego	Hasta 74 °C	Ficha Técnica Foamular 250
Presentación	P de 2.4 m x 1.20 m	Ficha Técnica Foamular 250
Estabilidad dimensional max % variación	2%	Ficha Técnica Foamular 250
Color	Lila	Ficha Técnica Foamular 250

Fuente: Ficha técnica del producto.

Interpretación: La Tabla 13 muestra las características físicas y mecánicas del poliestireno extruído de la marca FOAMULAR, según la ficha técnica alcanzada por el proveedor, el cual cumple con la Norma ASTM C-578.

4.3.1 Análisis de densidad del XPE

La densidad se obtuvo mediante la relación entre la masa y su volumen, mediante la siguiente fórmula

$$D = M / V$$

Donde:

D = Densidad del poliestireno extruído (kg/m³)

M = Masa del poliestireno extruído en kg

V = Volumen de recipiente en m³

$$D = 0.07 / 0.002916$$

$$D = 24 \text{ kg/m}^3$$

4.3.2 Análisis de absorción DEL XPE

Se sumergió 75 gr de poliestireno extruído en un recipiente durante 28 días con la finalidad de calcular el % de absorción resultando 0.3 % la absorción del poliestireno extruído, el cual cumple con las especificaciones técnicas.

Se obtuvo mediante la fórmula:

$$\% \text{ Ab} = ((\text{Peso saturado} - \text{Peso seco}) / \text{Peso seco}) \times 100$$

$$\% \text{ Ab} = ((0.07522 - 0.0750) / 0.0750) \times 100$$

$$\% \text{ Ab} = 0.3 \%$$

Donde:

% Ab = % Absorción

4.4 Diseño de mezcla según método ACI del comité 211

4.4.1 Diseño de mezcla patrón

Diseño de mezcla para concreto $f'c = 102 \text{ kg/cm}^2$

El diseño de concreto patrón se realizó a través del método ACI del comité 211, para concreto con un $f'c = 102 \text{ kg/cm}^2$ utilizando los resultados de los

ensayos de laboratorio realizados a los agregados que se detallan a continuación:

Tabla 14. *Propiedades físicas de los agregados*

Descripción		Agregado Fino	Agregado Grueso
		(Arena Gruesa)	(Piedra Chancada)
Cantera		Cerro Mocho	Sojo
Humedad	%	0.2	0.1
Absorción	%	0.70%	0.84%
Tamaño máximo nominal	"		1/2
Módulo de fineza		2.86	
Peso específico de la masa	g/cm ³	2.59	2.72
Peso unitario suelto	kg/m ³	1497	1533
Peso unitario compactado	kg/m ³	1713	1602
Fuente: elaboración propia.			

Interpretación: La Tabla 14 indica los resultados de los ensayos de laboratorio que se realizó a los agregados detallados en los puntos 4.1 y 4.2, respectivamente.

Así mismo se utilizó:

- Cemento Pacasmayo MS antisalitre con peso específico de 2.97 g/cm³.
- Agua de Curumuy cuyo peso específico es de 1000 kg/m³.
- Se requiere asentamiento o slump de 1" a 2" para que no se desmorone el concreto.

Cálculo de la resistencia promedio

Tabla 15. Resistencia a la compresión promedio

f'c (kg/cm2)	f'cr (kg/cm2)
Menor de 210	f'c + 70
210-350	f'c + 84
Mayor a 350	f'c + 98

Fuente: Comité 211 del ACI.

Interpretación: La Tabla 15 detalla valores de la resistencia a la compresión promedio establecidos por el Comité 211 del ACI, a partir del valor de la fuerza a la compresión requerida. Para nuestro caso los valores fueron los siguientes:

$$f'c = 102 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'cr = f'c + 70$$

$$f'cr = 172 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 16. Coeficientes de variación y grados de control

Grados de Control	Coeficientes de variación
Obtenible únicamente en laboratorio	5%
Excelente en obra	10-12 %
Bueno	15%
Regular	18%
Inferior	20%
Malo	25%

Fuente: Comité 211 del ACI.

Interpretación: En la Tabla 16, obtenemos el coeficiente de variación a partir del grado de control que para nuestro caso es el obtenido en laboratorio con un coeficiente de variación de 5%.

Tabla 17. Resistencia promedio: Porcentaje de la resistencia especificada.

"v"	Para una muestra de ensayo en diez por debajo del porcentaje de la resistencia de diseño especificada			
	100	90	80	70
5	107			
10	115	103		
12	118	106		
15	124	111	100	
18	130	117	104	
20	135	121	108	
25	147	133	118	103

Fuente: Comité 211 del ACI.

Interpretación: En la Tabla 17, se indica la resistencia promedio que se obtuvo a partir del coeficiente de variación del 5 %:

$$f''_{cr} = f''_{cr} \times 1.07 = 172 \text{ kg/cm}^2 \times 1.07 = 184 \text{ kg/cm}^2.$$

Volumen por unidad de agua

Tabla 18. Volumen por unidad del agua

Asentamiento	Lt/m3 de agua para máximos tamaños nominales de agregado grueso y consistencia indicados						
	3/8"	3/4"	1"	1.5"	2"	3"	6"
Concretos sin incorporar aire							
1" a 2 "	207	190	179	166	154	130	113
3" a 4 "	228	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	216	202	190	178	160	
Concretos con incorporación de aire							
1" a 2 "	181	168	160	150	142	122	107
3" a 4 "	202	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	197	184	174	166	154	

Fuente: Comité 211 del ACI.

Interpretación: En la Tabla 18, se indica los litros por m3 de agua para máximos tamaños nominales de AG según el nivel de asentamiento. Siendo

el TMN de nuestro agregado grueso de 1/2 " y un asentamiento de 1" a 2 " , por lo tanto el contenido de agua fue de 199 litros por m3.

Contenido de aire atrapado

Tabla 19. *Contenido de aire atrapado.*

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1.5"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.2%

Fuente: Comité 211 del ACI.

Interpretación: La Tabla 19 establece el contenido de aire atrapado en porcentaje respecto al TMN del agregado grueso Siendo el TMN de nuestro agregado grueso de 1/2 " , por lo tanto, el contenido de aire atrapado fue de 2.5 %.

Relación agua - cemento

Tabla 20. *Relación agua – cemento por resistencia.*

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

Fuente: Comité 211 del ACI.

Interpretación: En la Tabla 20, se muestra la Relación agua – cemento en función a la fuerza de compresión promedio obtenida a los 28 días, el resultado se obtuvo realizando interpolación con los valores inferior y superior de la fuerza a la compresión promedio y los valores respectivos del concreto sin aire incorporado. Para el f'_{cr} de 172 kg/cm² la relación agua - cemento (a/c) es de 0.76.

Interpolación:

$$\begin{array}{rcl} 150 & - & 0.80 \\ 172 & - & X \\ 200 & - & 0.70 \end{array} \qquad \begin{array}{rcl} 200 - 150 & = & 0.70 - 0.80 \\ 172 - 150 & & X - 0.80 \end{array}$$

$$a/c = 0.76$$

Cálculo del contenido de cemento

Factor cemento = agua/ a/c = 199/0.76 = 263.23 kg/m³ = 6.19 = 7 bolsas de cemento/m³.

Peso del agregado grueso

Tabla 21. *Peso del agregado grueso por unidad del volumen del concreto.*

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

Fuente: Comité 211 del ACI.

Interpretación: La Tabla 21 muestra Volumen del agregado grueso, seco varillado o compactado por unidad del volumen del concreto, para diversos

módulos de fineza del agregado fino, el resultado se obtuvo realizando interpolación con los valores del TMN que para nuestro caso es de 1/2 “y los valores superior e inferior del módulo de fineza del AF (2.86), obteniendo como resultado que $d/dc = 0.54 \text{ m}^3$ y el peso del AG de 871.49 kg.

Interpolación:

$$\begin{array}{rcl} 2.80 & - & 0.55 \\ 2.86 & - & X \\ 3.00 & - & 0.53 \end{array} \qquad \begin{array}{rcl} 3.00 - 2.80 & = & 0.53 - 0.55 \\ 2.86 - 2.80 & & X - 0.55 \end{array}$$

$$X = 0.54$$

$$d/dc = 0.54 \text{ m}^3$$

$$PUC = 1.602.00 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso del Agregado grueso} = d/dc \times PUC = 0.54 \text{ m}^3 \times 1602.00 \text{ kg/m}^3 = 871.49 \text{ kg.}$$

Cálculo de volúmenes absolutos

Tabla 22. *Volúmenes absolutos*

Material	Fórmula	Factor Cemento	Volumen Unit Agua	Contenido del Aire Atrapado	Peso del Agregado Grueso	PE	U.M	Volumen Absoluto
Cemento	Factor cemento/PE	263.23				2970	m3	0.089
Agua	Volumen unitario del agua/PE		199			1000	m3	0.199
Aire	Contenido del aire atrapado x 1 m3			2.5%			m3	0.025
Agregado grueso	Peso del agregado grueso/PE				871.49	2720	m3	0.320

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: La tabla 22 indica los volúmenes absolutos por m3 que se obtuvo de la suma de los valores absolutos de los materiales: cemento, agua, aire y agregado grueso, cuyo resultado es de 0.633 m3.

Cálculo del volumen del agregado fino

Volumen del AF = 1 - Suma de Volúmenes = 1 - 0.633 = 0.367 m³

Peso del AF = Volumen del AF X Peso Específico

Peso del AF = 0.367 m³ x 2,590.00 kg/m³ = 950.455 kg.

Resumen

Tabla 23. Valores de diseño por m³.

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	263.23	kg
Agua	199	lt
Agregado fino	950.46	kg
Agregado grueso	871.49	kg

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: La Tabla 23 muestra los valores de diseño por m³ de los materiales que intervinieron en la fabricación de los ladrillos.

Corrección por humedad de agregados

Peso Húmedo Agregado Fino = Peso Seco AF x (1 + W%/100)

Peso Húmedo Agregado Fino = 950.46 x 1.002 = 952.36 kg

Peso Húmedo Agregado Grueso = Peso Seco AG x (1 + W%/100)

Peso Húmedo Agregado Grueso = 871.49 x 1.001 = 872.36 kg.

Saturación superficial

AF = W% - Abs % = 0.2 % - 0.70 % = -0.50 %

AG = W% - Abs % = 0.1 % - 0.84 % = -0.74 %

Cálculo de agua para agregados

$$\text{Aporte de Agua AF} = ((W\% - \text{Abs } \%) \times \text{Peso Seco AF}) / 100$$

$$\text{Aporte de Agua AF} = (-0.50 \times 950.46) / 100 = -4.75 \text{ lt}$$

$$\text{Aporte de Agua AG} = ((W\% - \text{Abs } \%) \times \text{Peso Seco AG}) / 100$$

$$\text{Aporte de Agua AG} = (-0.74 \times 871.49) / 100 = -6.45 \text{ lt}$$

$$\text{Aporte de Humedad} = \text{Aporte Agua AF} + \text{Aporte Agua AG}$$

$$\text{Aporte de Humedad} = -4.75 + -6.45 = -11.20$$

Cálculo del agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua diseño} - \text{Aporte de humedad}$$

$$\text{Agua efectiva} = 199 - -11.20 = 210.20 \text{ lt.}$$

Materiales por peso en obra

Tabla 24. *Peso del material en obra por m3.*

Material	Peso	Unidad
Cemento	263.23	kg
Agua	210.20	lt
Agregado fino	952.36	kg
Agregado grueso	872.36	kg
Aire	2.5	%

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: En la Tabla 24, se detalla los valores del peso por m3 de los materiales que intervinieron en la elaboración de los ladrillos.

Proporción de materiales en obra

Tabla 25. Dosificación en peso por m³.

Detalle	Cemento		A fino		A grueso		Agua	
Material	263.23	kg	952.36	kg	872.36	kg	210.20	lt
Dosificación	1.00	:	3.62	:	3.31	:	0.80	

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: La Tabla 25 indica la dosificación en peso por m³ de los insumos que intervinieron en la fabricación de los ladrillos. Dicha dosificación fue de 1: 3.62: 3.31: 0.80.

Tabla 26. Dosificación en volumen por m³.

Detalle	Cemento		A fino		A grueso		Agua	
Material en volumen	0.089	m ³	0.368	m ³	0.321	m ³	0.210	lt
Dosificación en volumen	1.00	:	4.15	:	3.62	:	2.37	

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: La Tabla 26 detalla la dosificación en volumen por m³ de los insumos que intervinieron en la fabricación de los ladrillos. Dicha dosificación fue de 1: 4.15: 3.62: 2.37.

4.5 Dosificación del ladrillo patrón con 0 % de poliestireno extruído.

Tabla 27. Diseño de mezcla para concreto $f'c = 102 \text{ kg/cm}^2$ con 0% de poliestireno extruído.

Material	Cantidad en m ³	Volumen de un ladrillo en m ³	Cantidad de material para un molde en m ³	Cantidad de material para un ladrillo con 5 % de desperdicio en kg	Cantidad de material para 9 ladrillos en kg
Cemento	0.089	0.00281	0.00025	0.776	6.98 kg
Agregado fino	0.368	0.00281	0.00103	2.808	25.27 kg
Agregado grueso	0.321	0.00281	0.00090	2.572	23.15 kg
Agua	0.210	0.00281	0.00059	0.620	5.58 lt
Dosificación en peso (cemento : agregado fino : agregado grueso : agua)					
1 : 3.62 : 3.31 : 0.8					

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: La Tabla 27 indica el diseño de mezcla para concreto $f'c = 102 \text{ kg/cm}^2$ con 0% de poliestireno extruído de los materiales que intervinieron en la fabricación de los ladrillos. Dicha dosificación fue de 1 : 3.62 : 3.31 : 0.80.

4.6 Dosificación del ladrillo con 20 % de poliestireno extruído.

Tabla 28. Diseño de mezcla para concreto $f'c = 102 \text{ kg/cm}^2$ con 20% de poliestireno extruído.

Material	Cantidad en m3	Volumen de un ladrillo en m3	Cantidad de material para un molde en m3	Cantidad de material para un ladrillo con 5 % de desperdicio en kg	Cantidad de material para 9 ladrillos en kg	
Cemento	0.089	0.002808	0.00025	0.776	6.98	kg
Agregado fino	0.294	0.002808	0.00083	2.246	20.22	kg
Agregado grueso	0.321	0.002808	0.00090	2.572	23.15	kg
Agua	0.210	0.002808	0.00059	0.620	5.58	lt
Poliestireno extruído	0.074	0.002808	0.00021	0.0052	0.05	kg
Dosificación en peso (cemento : agregado fino : agregado grueso : agua : poliestireno extruído)						
1 : 2.89 : 3.31 : 0.8 : 0.0067						
Fuente: elaboración propia.						

Interpretación: La Tabla 28, detalla el diseño de mezcla para concreto $f'c = 102 \text{ kg/cm}^2$ con 20% de poliestireno extruído, de los materiales que intervinieron en la elaboración de los ladrillos. Dicha dosificación fue de 1: 2.89: 3.31: 0.80: 0.0067, las proporciones son:

1 proporción de cemento

2.89 de arena gruesa

3.31 de confitillo

0.80 de agua

0.0067 de XPS

Para la producción de los 9 ladrillos, adicionando 20 % de XPS en reemplazo del agregado fino se necesitó 6.98 kg de cemento, 20.22 kg de arena gruesa, 23.15 kg de agregado grueso (confitillo) , 5.58 litros de agua y 50 gramos de XPS.

4.7 Dosificación del ladrillo con 40 % de poliestireno extruído.

Tabla 29. Diseño de mezcla para concreto $f'c = 102 \text{ kg/cm}^2$ con 40% de poliestireno extruído.

Material	Cantidad en m3	Volumen de un ladrillo en m3	Cantidad de material para un molde en m3	Cantidad de material para un ladrillo con 5 % de desperdicio en kg	Cantidad de material para 9 ladrillos en kg
Cemento	0.089	0.002808	0.00025	0.776	6.98 kg
Agregado fino	0.221	0.002808	0.00062	1.685	15.16 kg
Agregado grueso	0.321	0.002808	0.00090	2.572	23.15 kg
Agua	0.210	0.002808	0.00059	0.620	5.58 lt
Poliestireno extruído	0.147	0.002808	0.00041	0.0104	0.09 kg
Dosificación en peso (cemento : agregado fino : agregado grueso : agua : poliestireno extruído)					
1 : 2.17 : 3.31 : 0.8 : 0.0134					
Fuente: elaboración propia.					

Interpretación: La Tabla 29 indica el diseño de mezcla para un concreto $f'c = 102 \text{ kg/cm}^2$ con 40% de poliestireno extruído de los materiales que intervinieron en la fabricación de los ladrillos. Dicha dosificación fue de 1: 2.17: 3.31: 0.80: 0.0134, las proporciones son:

1 proporción de cemento

2.17 de arena gruesa

3.31 de confitillo

0.80 de agua

0.0134 de XPS

Para la producción de los 9 ladrillos, adicionando 40 % de XPS en reemplazo del agregado fino se necesitó 6.98 kg de cemento, 15.16 kg de arena gruesa, 23.15 kg de agregado grueso (confitillo), 5.58 litros de agua y 90 gramos de XPS.

4.8 Producción del ladrillo de concreto

Molde

Para el moldeado de los ladrillos se utilizó molde metálico cuyas medidas fueron de 24x13x9 cm (largo, ancho y altura), siendo su volumen de 0.002808 m³.



Figura 3. Molde metálico de ladrillo

Fuente: Elaboración propia

Materiales utilizados

Tabla 30. Cantidad total de materiales para 27 ladrillos

Material	Cantidad en kg
Cemento	20.95
Agregado fino	60.65
Agregado grueso	69.45
Agua	16.73
Poliestireno extruído	0.14

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: La Tabla 30 muestra la cantidad en kg de los materiales que intervinieron en la fabricación de las 27 ladrillos: utilizando para ello 20.95 kg

de cemento, 60.65 kg de arena gruesa, 69.45 kg de confitillo, 16.73 litros de agua y 140 gramos de poliestireno extruído.



Figura 4. Cemento

Fuente: Elaboración propia



Figura 5. Arena gruesa

Fuente: Elaboración propia



Figura 6. Piedra chancada

Fuente: Elaboración propia



Figura 7. Poliestireno extruído triturado

Fuente: Elaboración propia

4.8.1 Producción de ladrillo patrón con 0 % de poliestireno extruído.

Cantidad de material

Tabla 31. Cantidad de material para producción de ladrillo patrón

Material	Cantidad en m3	Cantidad de material para un ladrillo con 5 % de desperdicio en kg	Cantidad de material para 9 ladrillos en kg
Cemento	0.089	0.776	6.98 kg
Agregado fino	0.368	2.808	25.27 kg
Agregado grueso	0.321	2.572	23.15 kg
Agua	0.210	0.620	5.58 lt
Dosificación en peso (cemento : agregado fino : agregado grueso : agua)			
1 : 3.62 : 3.31 : 0.8			

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: La Tabla 31 detalla la cantidad en kg de los materiales que intervinieron en la fabricación de los 9 ladrillos patrón: 6.98 kg cemento, 25.27 kg de arena gruesa, 23.15 kg de confitillo, y 5.58 litros de agua. Dicha dosificación fue de 1: 3.62: 3.31: 0.80, las proporciones son:

1 proporción de cemento

3.62 de agregado fino

3.31 de agregado grueso

0.80 de agua

Proceso de mezclado

El mezclado se realizó de forma manual, mezclando la arena gruesa con la piedra chancada, cemento y agua de acuerdo a la dosificación indicada.



Figura 8. Proceso de mezclado

Fuente: Elaboración propia

Proceso de moldeado

Luego del mezclado se introdujo el concreto en los moldes de metálicos por capa, realizando el vibrado manual que se realizó chuseando con una varilla de metal hasta tener el molde cubierto de concreto luego se retiró el molde de manera vertical.



Figura 9. Proceso de moldeado

Fuente: Elaboración propia

Proceso de fraguado

Los ladrillos tuvieron un proceso de fraguado de 24 horas, se colocaron en un espacio seguro, libre del agua, viento y polvo, en las instalaciones del laboratorio L& D.

El proceso de fraguado o endurecimiento se debe llevar a cabo entre las 4 y 8 horas luego de su elaboración y desmoldado, se sugiere que los bloques de concreto se deben hasta el día siguiente (Salazar, 2018).



Figura 10. Proceso de fraguado

Fuente: Elaboración propia

Proceso de curado

Los ladrillos permanecieron 28 días húmedos, con la finalidad de incrementar su resistencia.

Los bloques deben estar mojados para que haya una reacción química del cemento y logre alcanzar la resistencia deseada. Razón a ellos los bloques deben estar curados durante 28 días (Salazar, 2018).



Figura 11. Proceso de curado

Fuente: Elaboración propia

Proceso de almacenamiento y secado

Luego de la etapa del curado los ladrillos deben almacenarse teniendo cuidado de no ocasionarles daños por lo que deben permanecer de forma estructurada y ordenada.

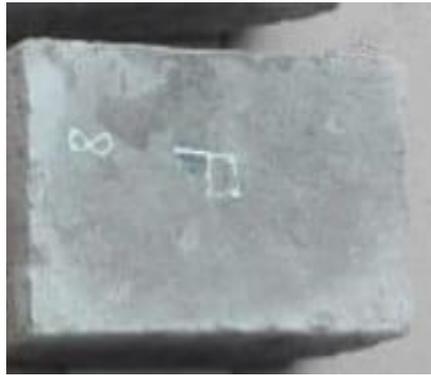


Figura 12. Ladrillo de concreto patrón
Fuente: Elaboración propia

4.8.2 Producción del ladrillo de concreto con 20 % de poliestireno extruído.

Cantidad de material

Tabla 32. Cantidad de material para producción de ladrillo con 20 % de poliestireno extruído.

Material	Cantidad en m ³	Cantidad de material para un ladrillo con 5 % de desperdicio en kg	Cantidad de material para 9 ladrillos en kg	
Cemento	0.089	0.776	6.98	kg
Agregado fino	0.294	2.246	20.22	kg
Agregado grueso	0.321	2.572	23.15	kg
Agua	0.210	0.620	5.58	lt
Poliestireno extruído	0.074	0.0052	0.05	kg
Dosificación en peso (cemento : agregado fino : agregado grueso : agua : poliestireno extruído)				
1 : 2.89 : 3.31 : 0.8 : 0.0067				
Fuente: elaboración propia.				

Interpretación: La Tabla 32 detalla la cantidad en kg de los insumos que intervinieron en la elaboración de los ladrillos con 20 % de XPS: cemento 6.98 kg, arena gruesa 20.22 kg, confitillo 23.15 kg, agua 5.58 litros y poliestireno extruído 0.050 kg.

Proceso de mezclado

El mezclado se realizó de forma manual, mezclando la arena gruesa con la piedra chancada, cemento, el poliestireno extruído y el agua de acuerdo a la dosificación indicada.

el poliestireno extruído se adquirió mediante la forma de plancha de 2.40 m x 1.20 m y un espesor de 50 mm, el mismo que mediante proceso de trituración manual se obtuvo perlas de aproximadamente 3 mm.

Para el proceso de mezclado se sustituyó el 20 % de poliestireno extruído reemplazando al agregado fino.



Figura 13. Proceso de mezclado con 20 % de poliestireno XPS

Fuente: Elaboración propia

Proceso de moldeado

Luego del mezclado se introdujo el concreto en los moldes de metálicos por capa, realizando el vibrado manual que se realizó chuseando con una varilla de metal hasta tener el molde cubierto de concreto luego se retiró el molde de manera vertical.

Proceso de fraguado

Los ladrillos tuvieron un proceso de fraguado de 24 horas, se colocaron en un espacio seguro, libre del agua, viento y polvo, en las instalaciones del laboratorio L& D.

El proceso de fraguado o endurecimiento se debe llevar a cabo entre las 4 y 8 horas luego de su elaboración y desmoldado, se sugiere que los bloques de concreto se deben hasta el día siguiente (Salazar, 2018).

Proceso de curado

Los ladrillos permanecieron 28 días húmedos, con la finalidad de incrementar su resistencia.

Los bloques deben estar mojados para que haya una reacción química del cemento y logre alcanzar la resistencia deseada. Razón a ellos los bloques deben estar curados durante 28 días (Salazar, 2018).

Proceso de almacenamiento y secado

Luego de la etapa del curado los ladrillos deben almacenarse teniendo cuidado de no ocasionarles daños por lo que deben permanecer de forma estructurada y ordenada.



Figura 14. Ladrillo de concreto con 20 % de poliestireno XPS

Fuente: Elaboración propia

4.8.3 Producción del ladrillo de concreto patrón con 40 % de poliestireno extruído

Cantidad de material

Tabla 33. Cantidad de material para producción de ladrillo con 40 % de poliestireno extruído.

Material	Cantidad en m3	Cantidad de material para un ladrillo con 5 % de desperdicio en kg	Cantidad de material para 9 ladrillos en kg	
Cemento	0.089	0.776	6.98	kg
Agregado fino	0.221	1.685	15.16	kg
Agregado grueso	0.321	2.572	23.15	kg
Agua	0.210	0.620	5.58	lt
Poliestireno extruído	0.147	0.0104	0.09	kg
Dosificación en peso (cemento : agregado fino : agregado grueso : agua : poliestireno extruído)				
1 : 2.17 : 3.31 : 0.8 : 0.0134				
Fuente: elaboración propia.				

Interpretación: La Tabla 33 detalla la cantidad en kg de los materiales que intervinieron en la elaboración de los ladrillos con 40 % de XPS: cemento 6.98 kg, arena 15.16 kg, confitillo 23.15 kg, agua 5.58 litros y 0.09 kg de poliestireno extruído.

Proceso de mezclado

El mezclado se realizó de forma manual, mezclando la arena gruesa con la piedra chancada, cemento, el poliestireno extruído y el agua de acuerdo a la dosificación indicada.

El poliestireno extruído se adquirió mediante la forma de plancha de 2.40 m x 1.20 m y un espesor de 50 mm, el mismo que mediante proceso de trituración manual se obtuvo perlas de aproximadamente 3 mm.

Para el proceso de mezclado se sustituyó el 40 % de poliestireno extruído reemplazando al agregado fino.



Figura 15. Proceso de mezclado con 40 % de poliestireno XPS

Fuente: Elaboración propia

Proceso de moldeado

Luego del mezclado se introdujo el concreto en los moldes de metálicos por capa, realizando el vibrado manual que se realizó chuseando con una varilla de metal hasta tener el molde cubierto de concreto luego se retiró el molde de manera vertical.

Proceso de fraguado

Los ladrillos tuvieron un proceso de fraguado de 24 horas, se colocaron en un espacio seguro, libre del agua, viento y polvo, en las instalaciones del laboratorio L& D.

El proceso de fraguado o endurecimiento se debe llevar a cabo entre las 4 y 8 horas luego de su elaboración y desmoldado, se sugiere que los bloques de concreto se deben hasta el día siguiente (Salazar, 2018).

Proceso de curado

Los ladrillos permanecieron 28 días húmedos, con la finalidad de incrementar su resistencia.

Los bloques deben estar mojados para que haya una reacción química del cemento y logre alcanzar la resistencia deseada. Razón a ellos los bloques deben estar curados durante 28 días (Salazar, 2018).

Proceso de almacenamiento y secado

Luego de la etapa del curado los ladrillos deben almacenarse teniendo cuidado de no ocasionarles daños por lo que deben permanecer de forma estructurada y ordenada.



Figura 16. Ladrillo de concreto con 40 % de poliestireno XPS

Fuente: Elaboración propia

4.9 Propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto

4.9.1 Ensayo de absorción

Se encuentra normado en la NTP 399.604, para lo cual se sumergieron los ladrillos en agua a una temperatura de 15.6 °C a 26.7 °C, durante 24 horas y registrando el peso sumergido (W_i), sostenidos por un alambre luego se retiraron del agua y se les colocó en una malla de 9.5 mm, dejando drenar por un minuto, se secaron con paño húmedo y se tomó el peso denominado peso saturado (W_s); posterior a ello se colocaron los especímenes en horno ventilado a 100 °C a 115 °C, por 24 horas y registrando el peso seco (W_d). Este ensayo se realizó mediante la fórmula:

$$\text{Absorción \%} = ((\text{Peso saturado} - \text{Peso seco}) / \text{Peso seco}) \times 100$$

Tabla 34. Absorción de los ladrillos de concreto patrón.

Grupo	Muestra de ladrillo	Peso seco gr	Peso saturado gr	Absorción %
Ladrillo patrón	1	6205	6270	1.05
	2	6170	6220	0.81
	3	5975	6025	0.84
Promedio		6116.67	6171.67	0.90

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La Tabla 34 registra resultados del ensayo de absorción de los ladrillos de concreto patrón que obtuvo % de absorción de 0.90 %. Este resultado cumple con la NTP 399.601, la cual establece que para ladrillos tipo 10, 14, 17 y 24 el porcentaje de absorción máximo es de 12 %, 12 %, 10 % y 8 %, respectivamente.

Tabla 35. Absorción de ladrillos de concreto con 20 % de poliestireno extruído.

Grupo	Muestra de ladrillo	Peso seco gr	Peso saturado gr	Absorción %
LADRILLO 20% XPE	1	6070	6115	0.74
	2	5755	5800	0.78
	3	5930	5975	0.76
Promedio		5918.33	5963.33	0.76
Fuente: Elaboración propia				

Interpretación: La Tabla 35 registra los resultados del ensayo de absorción de los ladrillos con 20 % de poliestireno extruído que obtuvo % de absorción de 0.76 %. Este resultado cumple con la NTP 399.601, la cual establece que para ladrillos tipo 10, 14, 17 y 24 el porcentaje de absorción máximo debe ser 12 %, 12 %, 10 % y 8 %, respectivamente.

Tabla 36. Absorción de ladrillos de concreto con 40 % de poliestireno extruído

Grupo	Muestra de ladrillo	Peso seco gr	Peso saturado gr	Absorción %
LADRILLO 40% XPE	1	5790	5825	0.60
	2	5850	5890	0.68
	3	5840	5874	0.58
Promedio		5826.67	5863.00	0.62
Fuente: Elaboración propia				

Interpretación: La Tabla 36 registra los resultados del ensayo de absorción de los ladrillos con 40 % de poliestireno extruído que obtuvo % de absorción de 0.62 %. Este resultado cumple con la NTP 399.601, la cual establece que para ladrillos tipo 10, 14, 17 y 24 el porcentaje de absorción máximo debe ser 12 %, 12 %, 10 % y 8 %, respectivamente.

Al aumentar el porcentaje de XPS , el % de absorción disminuye, es así que, los ladrillos patrón obtuvieron un % de absorción promedio de 0.90, los ladrillos con 20 % de poliestireno extruído obtuvieron un % de absorción promedio de 0.76 % y los ladrillos con 40 % de poliestireno extruído 0.62 %.

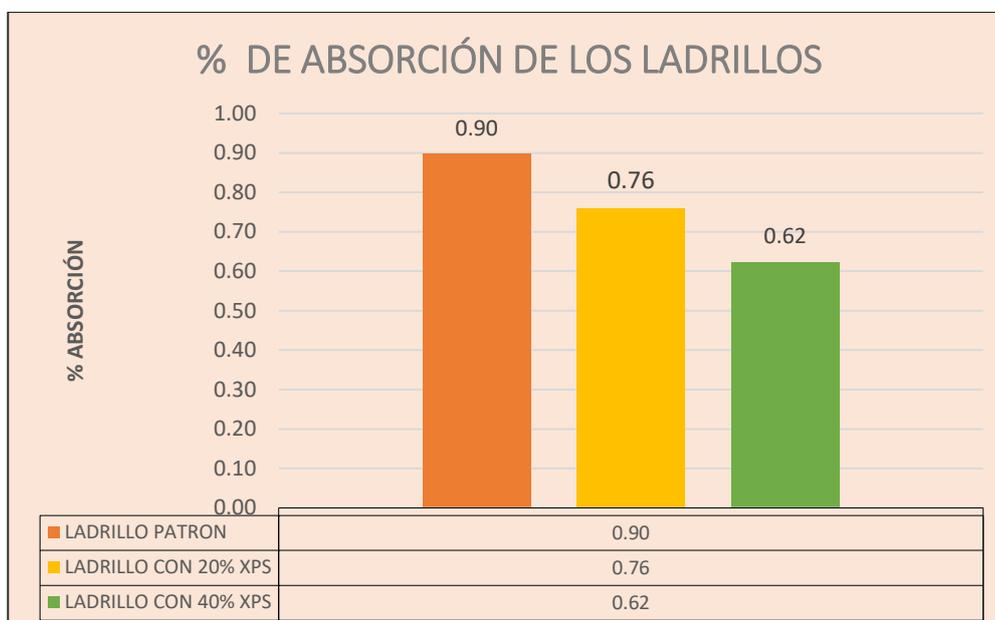


Figura 17. Resumen del % de Absorción de los ladrillos

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La Figura 17 muestra los resultados del ensayo de absorción de los ladrillos: los ladrillos patrón obtuvieron un % de absorción promedio de 0.90, los ladrillos con 20 % de poliestireno extruído obtuvieron un % de absorción promedio de 0.76 % y los ladrillos con 40 % de poliestireno extruído 0.62 %. Este resultado cumple con la NTP 399.601, la cual establece que para ladrillos tipo 10, 14, 17 y 24 el porcentaje de absorción máximo debe ser 12 %, 12 %, 10 % y 8 %, respectivamente, se concluye que al incrementar el % de XPS, el % de absorción disminuye.

4.9.2 Ensayo de variabilidad dimensional

Se encuentra normado en la NTP 399.604, se mide el largo, ancho y altura de los ladrillos de concreto, con una regla metálica de 30 cm, se midió en los dos extremos de ambas caras, para luego calcular su variación respecto a

las medidas dadas por el fabricante. Obteniendo el porcentaje de variación mediante la fórmula:

$$\text{Variación \%} = ((\text{Me} - \text{Mp}) / \text{Me}) \times 100$$

Donde:

Variación % = Variación dimensional en %

Me = Medida del fabricante en mm

Mp = Promedio de las medidas en mm

Tabla 37. Variación dimensional de los ladrillos de concreto patrón.

Grupo	Muestra de ladrillo	Largo mm	Ancho mm	Alto mm	Prom largo mm	Prom Ancho mm	Prom Alto mm
Medida Estandar					240.0	130.0	90.0
Ladrillo patrón	1	242	131	89	240.3	130.5	90.5
		240	132	91			
		240	129	91			
		239	130	91			
	2	240	131	90	240.3	131.0	89.3
		240	131	89			
		240	131	89			
		241	131	89			
	3	243	132	92	242.5	131.5	90.5
		243	132	92			
		242	132	89			
		242	130	89			
Promedio					241.0	131.0	90.1
Variación en Porcentaje					-0.42%	-0.77%	-0.09%
Fuente: Elaboración propia							

Interpretación: La Tabla 37 registra los resultados del ensayo de variación dimensional de los ladrillos de concreto patrón que obtuvieron una variación de -0.42 % en el largo, -0.77 % en el ancho y - 0.09 % de alto. Estos resultados cumplen con la NTP E.070, la cual establece que para ladrillos tipo III la variación en porcentaje máximo es de ± 3 % de largo, ± 4 % de ancho y ± 5 % para el alto; incluso cumple con los parámetros establecidos para ladrillos tipo V, cuya variación en porcentaje máximo es de ± 1 % de largo, ± 2 % de ancho y ± 3 % para el alto.

Tabla 38. Variación dimensional de ladrillos de concreto con 20 % de poliestireno extruído.

Grupo	Muestra de ladrillo	Largo mm	Ancho mm	Alto mm	Prom largo mm	Prom Ancho mm	Prom Alto mm
Medida Estandar					240.0	130.0	90.0
Ladrillo 20 % XPS	1	242	129	91	242.0	128.8	91.0
		242	128	91			
		242	128	91			
		242	130	91			
	2	241	129	91	241.0	129.5	91.3
		241	129	91			
		241	129	91			
		241	131	92			
	3	241	130	92	240.8	130.5	90.3
		242	130	90			
		240	132	88			
		240	130	91			
	Promedio					241.3	129.6
Variación en Porcentaje					-0.52%	0.32%	-0.93%
Fuente: Elaboración propia							

Interpretación: La Tabla 38 registra resultados del ensayo de Variación dimensional de los ladrillos con 20 % de poliestireno extruído que obtuvieron una variación de -0.52 % en el largo, 0.32 % en el ancho y - 0.93 % de alto. Estos resultados cumplen con la NTP E.070, la cual establece que para ladrillos tipo III la variación en porcentaje máximo es de $\pm 3\%$ de largo, $\pm 4\%$ de ancho y $\pm 5\%$ para el alto; incluso cumple con los parámetros establecidos para ladrillos tipo V, cuya variación en porcentaje máximo es de $\pm 1\%$ de largo, $\pm 2\%$ de ancho y $\pm 3\%$ para el alto.

Tabla 39. Variación dimensional de ladrillos de concreto con 40 % de poliestireno extruído.

Grupo	Muestra de ladrillo	Largo mm	Ancho mm	Alto mm	Prom largo mm	Prom Ancho mm	Prom Alto mm
Medida Estandar					240.0	130.0	90.0
Ladrillo 40 % XPS	1	241	133	92	240.8	132.0	91.5
		241	132	91			
		241	133	91			
		240	130	92			
	2	242	133	91	242.5	131.3	90.8
		242	130	89			
		243	129	92			
		243	133	91			
	3	240	131	92	240.3	130.5	91.3
		241	132	93			
		240	129	90			
		240	130	90			
Promedio					241.2	131.3	91.2
Variación en Porcentaje					-0.49%	-0.96%	-1.30%

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La Tabla 39 registra los resultados del ensayo de variación dimensional de los ladrillos con 40 % de poliestireno extruído que obtuvieron una variación de -0.49 % en el largo, -0.96 % en el ancho y -1.30 % de alto. Estos resultados cumplen con la NTP E.070, la cual establece que para ladrillos tipo III la variación en porcentaje máximo es de $\pm 3\%$ de largo, $\pm 4\%$ de ancho y $\pm 5\%$ para el alto; incluso cumple con los parámetros establecidos para ladrillos tipo V, cuya variación en porcentaje máximo es de $\pm 1\%$ de largo, $\pm 2\%$ de ancho y $\pm 3\%$ para el alto.

Tabla 40. Resumen de Variación dimensional de los ladrillos de concreto

Tipo	Largo	Ancho	Alto
Ladrillo patrón	-0.42%	-0.77%	-0.09%
Ladrillo con 20 % XPS	-0.52%	0.32%	-0.93%
Ladrillo con 40 % XPS	-0.49%	-0.96%	-1.30%

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La Tabla 40 registra el resumen de los resultados del ensayo de variación dimensional de los ladrillos patrón, con 20 % de XPS y con 40 % de XPS. Estos resultados cumplen con la NTP E.070, la cual establece que para ladrillos tipo III la variación en porcentaje máximo es de $\pm 3\%$ de largo, $\pm 4\%$ de ancho y $\pm 5\%$ para el alto; incluso cumple con los parámetros establecidos para ladrillos tipo V, cuya variación en porcentaje máximo es de $\pm 1\%$ de largo, $\pm 2\%$ de ancho y $\pm 3\%$ para el alto.

4.9.3 Ensayo de alabeo

El ensayo de alabeo está normado en la NTP E070 Y NTP 399.613, El procedimiento consiste en medir los niveles de concavidad y convexidad de los ladrillos en milímetros colocando la regla metálica de 30 cm de forma diagonal en la cara superior e inferior de los ladrillos de concreto, posterior a ello se coloca la regla de acero graduada con divisiones desde un extremo en la parte central y en sus extremos.

A continuación, los resultados de los ensayos de alabeo de las unidades de albañilería.

Tabla 41. Alabeo de los ladrillos de concreto patrón

Grupo	Muestra de ladrillo	Cara superior mm		Cara inferior mm		Promedio mm
Concavidad						
Ladrillo patrón	1	5	0	2	2	2.3
	2	0	2	5	5	3.0
	3	3	4	0	0	1.8
Promedio						2.3
Convexidad						
Ladrillo patrón	1	0	5	0	0	1.3
	2	5	0	0	0	1.3
	3	0	0	4	5	2.3
Promedio						1.6
Fuente: Elaboración propia						

Interpretación: La Tabla 41 registra los resultados del ensayo de alabeo de los ladrillos de concreto patrón resultado un promedio de 2.3 mm de concavidad y 1.6 mm de convexidad. Estos resultados cumplen con la NTP

E.070, la cual establece que para los especímenes tipo IV el alabeo máximo permitido es hasta 4 mm.

Tabla 42. Alabeo de los ladrillos con 20% de poliestireno extruído.

Grupo	Muestra de ladrillo	Cara superior mm		Cara inferior mm		Promedio mm
Concavidad						
Ladrillo 20% XPE	1	3	5	0	0	2.0
	2	0	5	3	5	3.3
	3	0	0	4	4	2.0
Promedio						2.4
Convexidad						
Ladrillo 20% XPE	1	0	0	3	3	1.5
	2	5	0	0	0	1.3
	3	5	5	0	0	2.5
Promedio						1.8
Fuente: Elaboración propia						

Interpretación: La Tabla 42 registra resultados del ensayo de alabeo de los ladrillos con 20 % de poliestireno extruído, resultado un promedio de 2.4 mm de concavidad y 1.8 mm de convexidad. Estos resultados cumplen con la NTP E.070, la cual establece que para ladrillos tipo IV el alabeo máximo permitido es hasta 4 mm.

Tabla 43. Alabeo de los ladrillos con 40% de poliestireno extruído.

Grupo	Muestra de ladrillo	Cara superior mm		Cara inferior mm		Promedio mm
Concavidad						
Ladrillo 40% XPE	1	1	0	5	5	2.8
	2	2	2	0	5	2.3
	3	0	2	5	3	2.5
Promedio						2.5
Convexidad						
Ladrillo 40% XPE	1	0	5	0	0	1.3
	2	0	0	5	0	1.3
	3	5	0	0	0	1.3
Promedio						1.3
Fuente: Elaboración propia						

Interpretación: La Tabla 43 registra los resultados del ensayo de alabeo de los ladrillos de con 40 % de poliestireno extruído, resultado un promedio de 2.5 mm de concavidad y 1.3 mm de convexidad. Estos resultados cumplen con la NTP E.070, la cual establece que para ladrillos tipo IV el alabeo máximo permitido es hasta 4 mm.

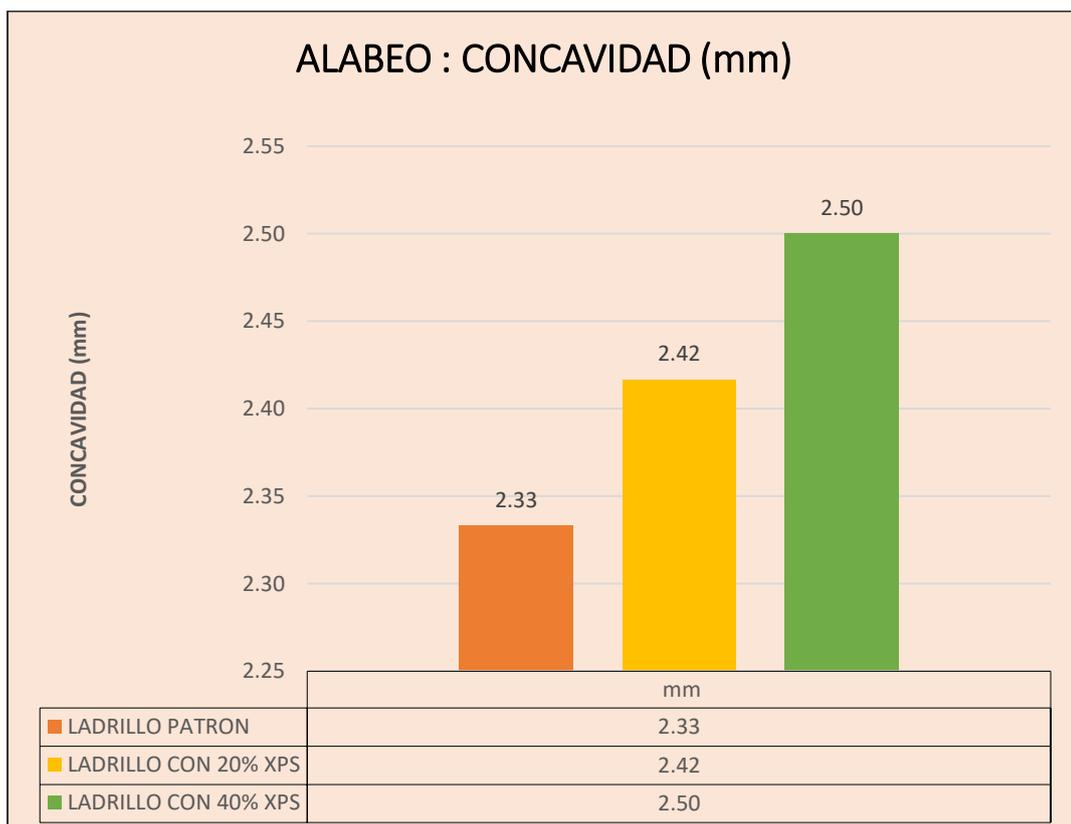


Figura 18. Alabeo: Concavidad de los ladrillos de concreto

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La Figura 18 muestra los resultados del ensayo de alabeo de los ladrillos: los ladrillos patrón obtuvieron una concavidad promedio de 2.33 mm, los ladrillos con 20 % de poliestireno extruído obtuvieron una concavidad de 2.42 mm y los ladrillos con 40 % de poliestireno extruído tuvieron una concavidad de 2.50 mm. Estos resultados cumplen con la NTP E.070, la cual establece que para ladrillos tipo IV el alabeo máximo permitido es hasta 4 mm.

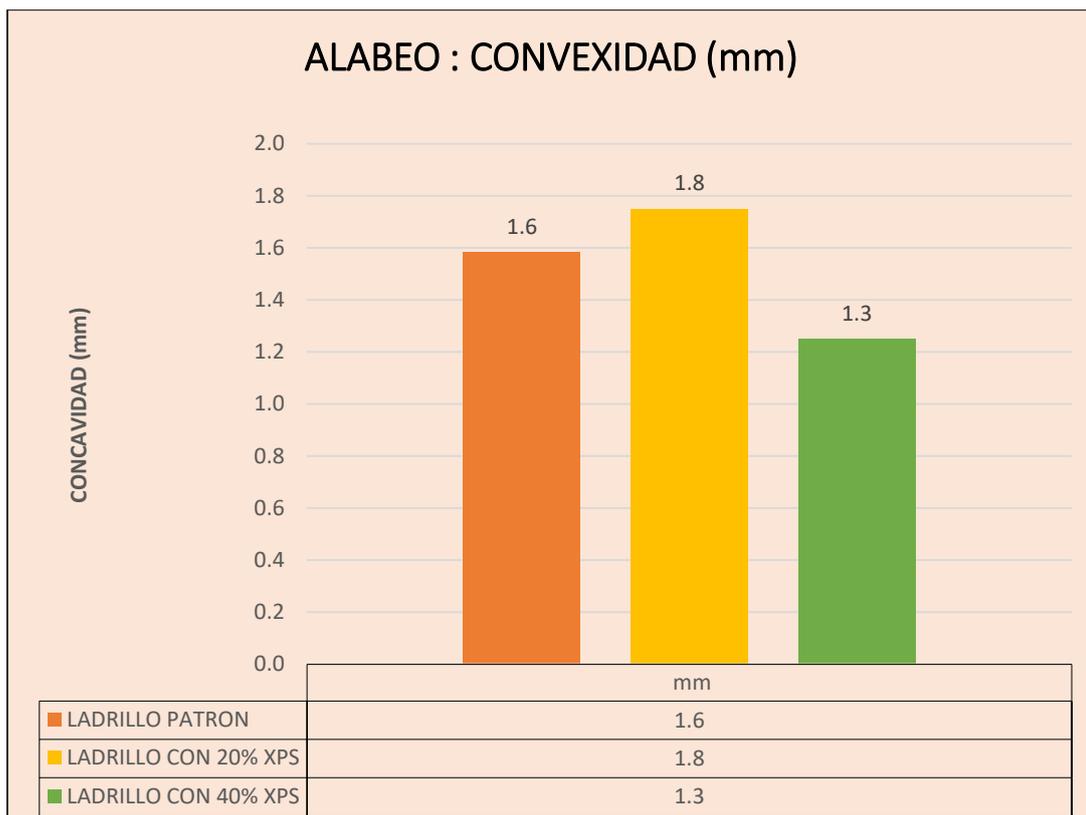


Figura 19. Alabeo: Convexidad de los ladrillos de concreto

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La Figura 19 muestra los resultados del ensayo de alabeo de los ladrillos: los ladrillos patrón obtuvieron una convexidad promedio de 1.6 mm, los ladrillos con 20 % de poliestireno extruído obtuvieron una convexidad de 1.8 mm y los ladrillos con 40 % de poliestireno extruído tuvieron una convexidad de 1.3 mm. Estos resultados cumplen con la NTP E.070, la cual establece que para ladrillos tipo IV el alabeo máximo permitido es hasta 4 mm.

4.9.4 Ensayos de fuerza a la compresión

Se encuentra normado en la NTP 399.601 y 399.604, este ensayo se realizó a los 7, 14 y 28 días después de su elaboración, en una máquina de ensayo de resistencia, a los especímenes secos se les colocó una capa de yeso y cemento (1:2) para nivelación superficial durante 24 horas obteniendo los resultados mediante la fórmula:

$$f'b = Cm/Ab$$

Donde:

f'_{b} = Resistencia compresión (kg/cm²)

C_m = Máxima carga de rotura (kg)

A_b = Área bruta (cm²)

Tabla 44. Resistencia a la Compresión de los ladrillos de concreto patrón a los 28 días desde su elaboración.

Resistencia a la compresión del ladrillo patrón							
Fecha	Muestra de ladrillo	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Área Bruta cm ²	Carga kg	Resistencia f'_{b} kg/cm ²
A los 28 días	1	24.03	13.05	9.05	313.59	32426	103.40
	2	24.03	13.10	8.93	314.79	33400	106.10
	3	24.25	13.15	9.05	318.89	34772	109.04
Resistencia f'_{b} kg/cm ²							106.18

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Tabla 44 se registró los resultados del ensayo de resistencia de los ladrillos patrón a los 28 días contados desde su elaboración, siendo el promedio de 106.18 kg/cm². Este resultado cumple con la NTP E.070, clasificándolo en el tipo de ladrillo III cuyo f'_{b} mínimo debe ser de 95 kg/cm².

Tabla 45. Resistencia a la Compresión de ladrillos de concreto con 20% de poliestireno extruído a los 28 días desde su elaboración.

Resistencia a la compresión del ladrillo con 20 % de poliestireno extruído							
Fecha	Muestra de ladrillo	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Área Bruta cm ²	Carga kg	Resistencia f'_{b} kg/cm ²
A los 28 días	1	24.20	12.88	9.10	311.70	34772	111.56
	2	24.10	12.95	9.13	312.10	37627	120.56
	3	24.08	13.05	9.03	314.24	36709	116.82
Resistencia f'_{b} kg/cm ²							116.31

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La Tabla 45 registra los resultados del ensayo de resistencia de los ladrillos de con 20% de poliestireno extruído a los 28 días contados desde su elaboración, siendo el promedio de 116.31 kg/cm², aumentando la resistencia respecto al ladrillo patrón que obtuvo 106.18 kg/cm². Este resultado cumple con la NTP E.070, clasificándolo en el tipo de ladrillo III cuyo f[']b mínimo debe ser de 95 kg/cm².

Tabla 46. Resistencia a la Compresión de ladrillos de concreto con 40% de poliestireno extruído a los 28 días desde su elaboración.

Resistencia a la compresión del ladrillo con 40 % de poliestireno extruido							
Fecha	Muestra de ladrillo	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Área Bruta cm 2	Carga kg	Resistencia f ['] b kg/cm ²
A los 28 días	1	24.08	13.20	9.15	317.79	29469	92.73
	2	24.25	13.13	9.08	318.28	29617	93.05
	3	24.03	13.05	9.13	313.53	30224	96.40
Resistencia f ['] b kg/cm ²							94.06

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: La Tabla 46 registra los resultados del ensayo de resistencia de los ladrillos de con 40% de poliestireno extruído a los 28 días contados desde su elaboración, siendo el promedio de 94.06 kg/cm². Este resultado cumple con la NTP E.070, sin embargo, no es posible clasificarlo en el tipo de ladrillo III cuyo f[']b mínimo debe ser de 95 kg/cm², La resistencia se redujo respecto al ladrillo patrón que obtuvo 106.18 kg/cm²; en consecuencia, cumple para ladrillo tipo II cuyo f[']b mínimo debe ser de 70 kg/cm².

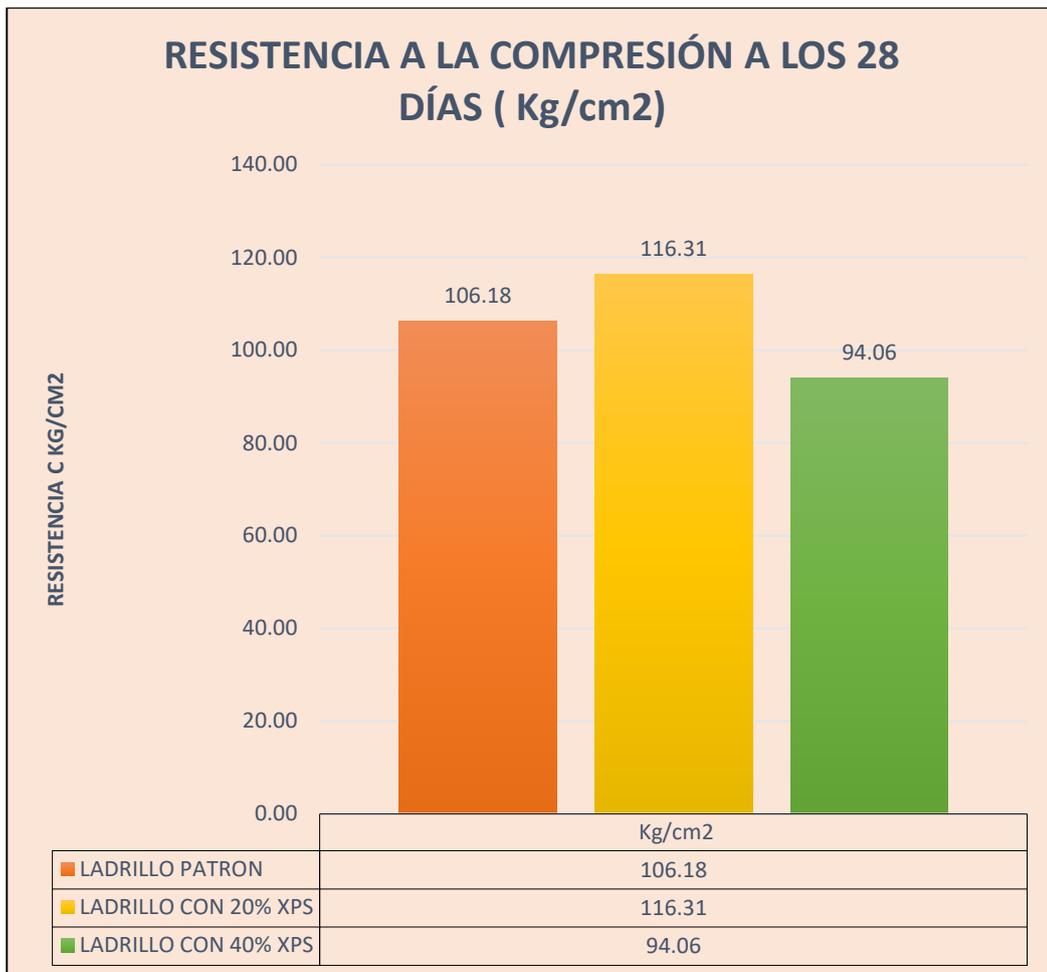


Figura 20. Resistencia a la compresión a los 28 días

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La figura 20 registra resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los ladrillos patrón, con 20% y 40% de poliestireno extruído a los 28 días contados desde su elaboración, siendo la resistencia promedio para el ladrillo patrón de 106.18 kg/cm², 116.31 kg/cm² para el ladrillo con 20% de poliestireno extruído y 94.06 kg/cm² para el ladrillo con 40 % de poliestireno extruído, observándose que el ladrillo con 20 % de XPS incrementó su resistencia respecto al ladrillo patrón, sin embargo en el caso del ladrillo con 40% de XPS se redujo la resistencia. Estos resultados cumplen con la NTP E.070, clasificando al ladrillo con 20% de XPS en el tipo de ladrillo III cuyo f[']b mínimo debe ser de 95 kg/cm².

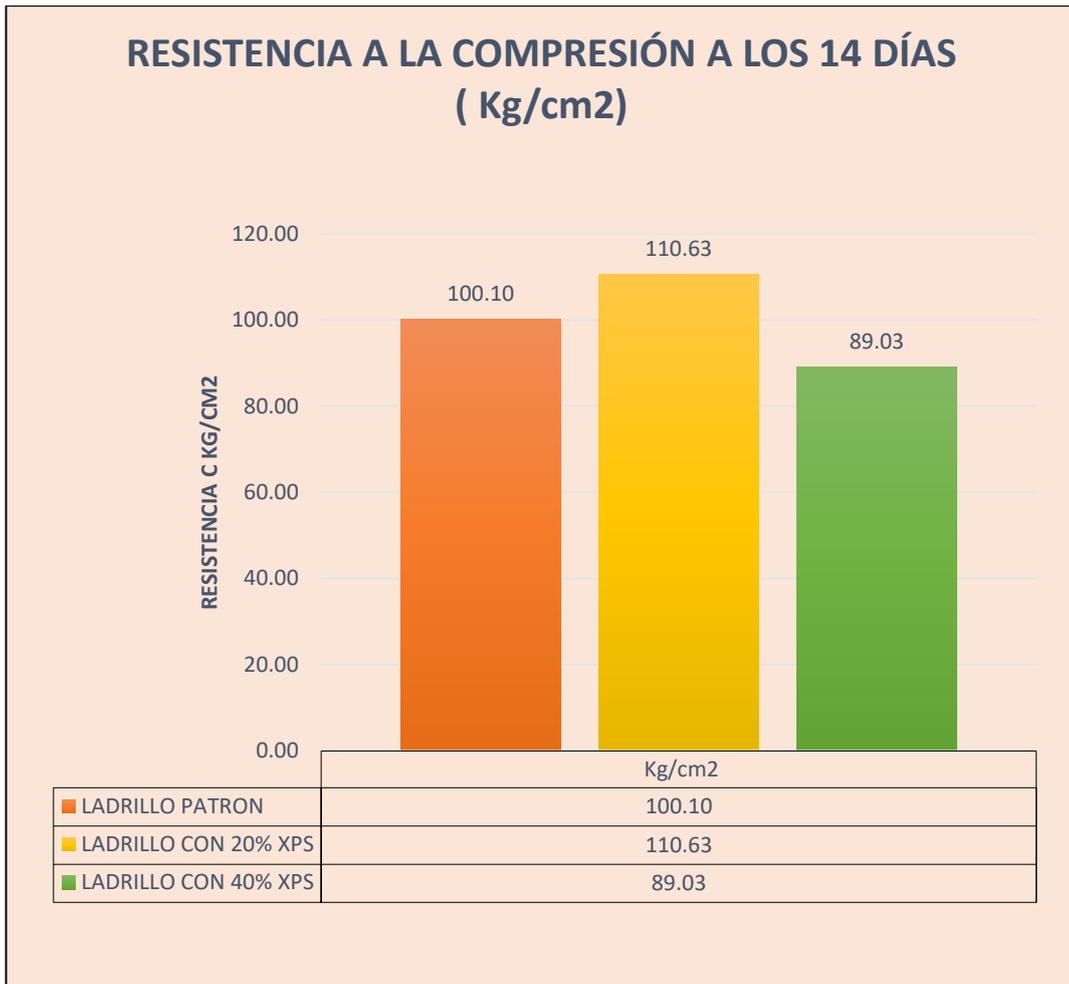


Figura 21. Resistencia a la compresión a los 14 días

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La figura 21 indica resultados del ensayo de resistencia de los ladrillos patrón, con 20% y 40% de poliestireno extruído a los 14 días contados desde su elaboración, siendo la resistencia promedio para el ladrillo patrón de 100.10 kg/cm², 110.63 kg/cm² para el ladrillo con 20% de poliestireno extruído y 89.03 kg/cm² para el ladrillo con 40 % de poliestireno extruído, observándose que el ladrillo con 20 % de XPS incrementó su resistencia respecto al ladrillo patrón, sin embargo en el caso del ladrillo con 40% de XPS se redujo su resistencia.

Estos resultados cumplen con la NTP E.070, clasificando al ladrillo con 20% de XPS en el tipo de ladrillo III cuyo f^{''}b mínimo debe ser de 95 kg/cm².



Figura 22. Resistencia a la compresión a los 7 días

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La figura 22 registra resultados del ensayo de resistencia de los ladrillos patrón, con 20% y 40% de poliestireno extruído a los 7 días contados desde su elaboración, siendo la resistencia promedio para el ladrillo patrón de 98.31 kg/cm², 106.64 kg/cm² para el ladrillo con 20% de poliestireno extruído y 85.39 kg/cm² para el ladrillo con 40 % de poliestireno extruído, observándose que el ladrillo con 20 % de XPS incrementó su resistencia respecto al ladrillo patrón, sin embargo en el caso del ladrillo con 40% de XPS redujo su resistencia.

Estos resultados cumplen con la NTP E.070, clasificando al ladrillo con 20% de XPS en el tipo de ladrillo III cuyo f^b mínimo debe ser de 95 kg/cm².

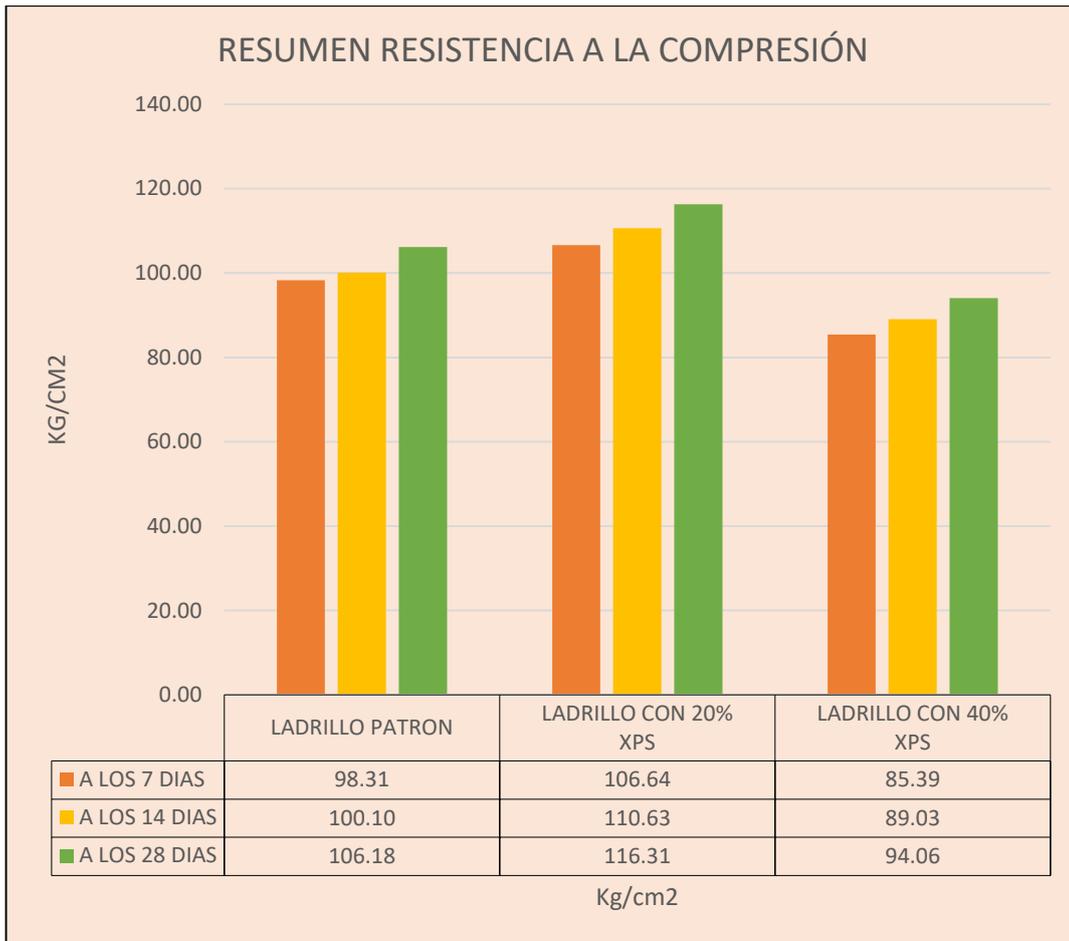


Figura 23. Resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La figura 23 muestra resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los ladrillos patrón, con 20% y 40% de poliestireno extruído a los 7,14 y 28 días contados desde su elaboración, siendo la resistencia promedio a los 28 días para el ladrillo de concreto patrón de 106.18 kg/cm², 116.31 kg/cm² para el ladrillo con 20% de poliestireno extruído y 94.06 kg/cm² para el ladrillo con 40 % de poliestireno extruído, observándose que el ladrillo con 20 % de XPS incrementó su resistencia respecto al ladrillo patrón, sin embargo en el caso del ladrillo con 40% de XPS redujo su resistencia.

Estos resultados cumplen con la NTP E.070, clasificando al ladrillo con 20% de XPS en el tipo de ladrillo III cuyo $f^{\prime}b$ mínimo debe ser de 95 kg/cm².

4.9.5 Ensayo de peso unitario

El ensayo de peso unitario (densidad) esta normado en la NTP 399.601 y 399.604, para lo cual se sumergió los ladrillos en agua a 15.6 °C - 26.7 °C, durante 24 horas y registrando el peso sumergido (Wi), sostenidos por un alambre luego se retiran del agua y se les colocó en una malla de 9.5 mm, dejarlo drenar por un minuto, secar con un paño húmedo y tomar el peso denominado peso saturado (Ws); posterior a ello se colocan los especímenes en horno ventilado a 100 °C - 115 °C, por 24 horas y registrando el peso seco (Wd). Este ensayo se realizó mediante la fórmula:

$$\text{Densidad (kg/m}^3\text{)} = (\text{Wd} / (\text{Ws}-\text{Wi})) \times 1000$$

Donde:

Wd = Peso seco al horno

Ws = Peso saturado

Wi = Peso sumergido

Tabla 47.

Peso unitario o densidad de los ladrillos de concreto

Grupo	Muestra de ladrillo	Peso Seco kg	Peso Saturado kg	Peso Sumergido kg	Densidad kg/m ³	Promedio Densidad kg/m ³
Ladrillo Patrón	1	6.21	6.27	3.52	2256.36	2267
	2	6.17	6.22	3.48	2251.82	
	3	5.98	6.03	3.42	2293.67	
Ladrillo 20% XPS	1	6.07	6.12	3.22	2096.72	2146
	2	5.76	5.80	3.20	2213.46	
	3	5.93	5.98	3.19	2129.26	
Ladrillo 40% XPS	1	5.79	5.83	2.94	2006.93	2005
	2	5.85	5.89	2.97	2003.42	
	3	5.84	5.87	2.96	2004.12	
Fuente: Elaboración propia						

Interpretación: La Tabla 47 muestra resultados del ensayo del peso unitario de los ladrillos patrón que en promedio fue 2267 kg/m³; para el ladrillo con 20% de XPS el peso fue de 2146 kg/m³ y para el ladrillo con 40% de XPS su peso fue 2005 kg/m³, al incrementar el porcentaje de XPS, el peso unitario del ladrillo disminuye.

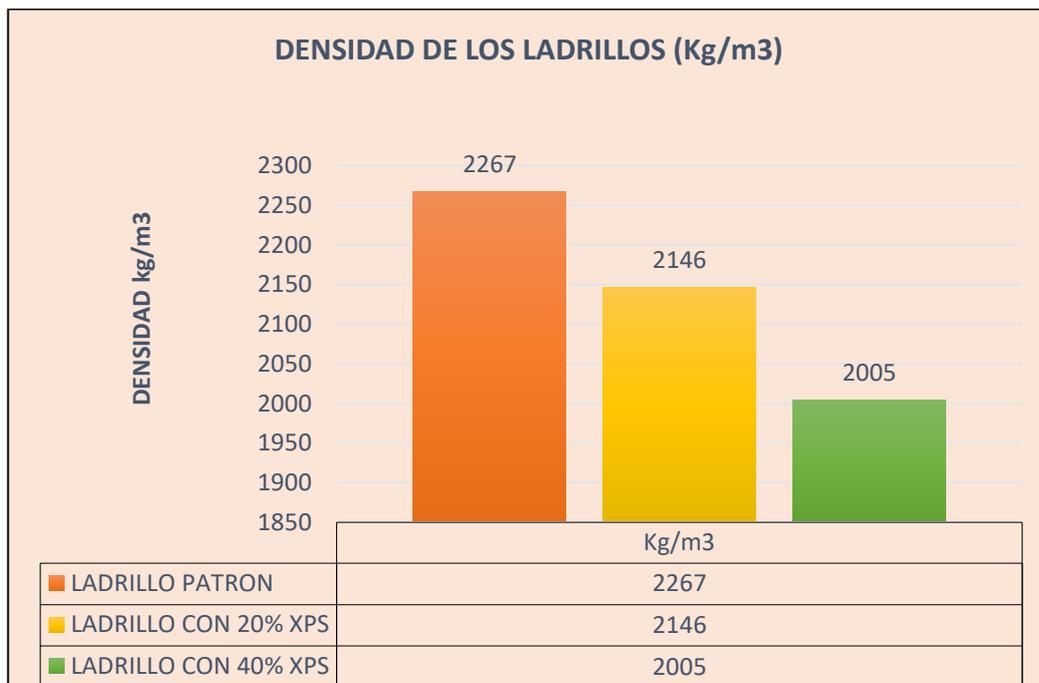


Figura 24. Peso de los ladrillos de concreto

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La figura 24 muestra resultados del ensayo del peso unitario de los ladrillos patrón que en promedio fue 2267 kg/m³; para el ladrillo con 20% de XPS el peso fue de 2146 kg/m³ y para el ladrillo con 40% de XPS su peso fue 2005 kg/m³, al incrementar el porcentaje de XPS, el peso unitario del ladrillo disminuye.

4.10 Verificación de la Hipótesis del proyecto

Con los resultados obtenidos se ha confirmado nuestra hipótesis general que indicaba que “La aplicación de poliestireno extruido influirá de manera positiva en las propiedades de los ladrillos” debido a que los ensayos de resistencia, absorción, alabeo, variabilidad dimensional y peso a los ladrillos

cumplen con la NTP E070 y NTP 399.601 para fines estructurales, clasificándolos en Ladrillo Tipo III y Tipo 10, respectivamente.

Así mismo se ha confirmado las siguientes hipótesis específicas:

Hipótesis específica 1:

“El diseño de mezcla para la elaboración del ladrillo con agregados de poliestireno extruído cumplirá la resistencia de 102 kg/cm²”.

El diseño de mezcla para la elaboración del ladrillo con agregados de poliestireno extruído si cumplió la resistencia de 102 kg/cm², puesto que se alcanzó una resistencia de hasta 116.31 kg/cm² en el caso del ladrillo con 20 % de XPS, sin embargo, no se cumplió en el caso del ladrillo con 40% de XPS debido a que solo tuvo una resistencia de 94.06 kg/cm².

Hipótesis específica 2:

“La sustitución del poliestireno extruído en la elaboración de los ladrillos en porcentajes de 0%, 20% y 40 % en reemplazo del agregado fino influirá de manera positiva”

La sustitución del poliestireno extruído en la elaboración de los ladrillos en porcentajes de 0 %, 20 % y 40 % en reemplazo del AF influyó de manera positiva, situación que se reflejó en los resultados de los ensayos de absorción, variabilidad dimensional, alabeo y peso específico; que cumplieron con los rangos establecidos en NTP E070 y NTP 399.601. Sin embargo, en el caso de la resistencia, el efecto fue positivo solo en el caso del ladrillo con 20 % de XPS alcanzó una resistencia de hasta 116.31 kg/cm², en el caso del ladrillo con 40% de XPS la resistencia de redujo a 94.06 kg/cm².

Hipótesis específica 3:

“Las propiedades físicas y mecánicas que obtendrá el ladrillo de concreto con la aplicación de XPS cumplirán con la NTP “.

Las propiedades que obtuvo el ladrillo con la aplicación de poliestireno extruido de 20 % y 40 % en sustitución del agregado fino cumplieron con la NTP E070 y NTP 399.601, los resultados de los ensayos de absorción, variabilidad dimensional, alabeo, peso específico y resistencia cumplieron con los rangos establecidos en NTP E070 y NTP 399.601. Cabe resaltar que la resistencia a la compresión el ladrillo patrón fue de 106.18 kg/cm², el ladrillo con 20 % de XPS alcanzó una resistencia de hasta 116.31 kg/cm² y el ladrillo con 40% de XPS obtuvo 94.06 kg/cm²,

Los ladrillos de concreto se clasificaron de la siguiente manera:

Ladrillo patrón. - Ladrillo Tipo III (f^b mínimo 95 kg/cm²).

Ladrillo con 20% de XPS. - Ladrillo Tipo III (f^b mínimo 95 kg/cm²).

Ladrillo con 40 % de XPS. - Ladrillo Tipo II (f^b mínimo 70 kg/cm²).

Contrastación de la hipótesis general

“La aplicación de poliestireno extruido influirá de manera positiva en las propiedades de los ladrillos”.

H0: La aplicación de poliestireno extruido no influirá de manera positiva en las propiedades de los ladrillos.

Ha: La aplicación de poliestireno extruido influirá de manera positiva en las propiedades de los ladrillos.

Tabla 48. Pruebas de Chi – Cuadrado para hipótesis general

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	15,950 ^a	2	,001
Razón de verosimilitud	14,904	2	,001
Asociación lineal por lineal	10,904	1	,001
N de casos válidos	28		

Fuente: Programa SPSS25

Interpretación: En base al planteamiento estadístico, se acepta la hipótesis alterna Ha; por lo cual, la aplicación de poliestireno extruido si influye de manera positiva en las propiedades de los ladrillos y se rechaza la hipótesis nula H0 porque el Chi-cuadrado de Pearson es menor a 0.05 debido a que

los resultados de los ensayos de resistencia, absorción, alabeo, variabilidad dimensional y peso a los ladrillos de concreto cumplieron con la normativa indicada en la NTP E070 y NTP 399.601; para fines estructurales, clasificándolos en Ladrillo Tipo III y Tipo 10.

Contrastación de la hipótesis específica 1

“El diseño de mezcla para la elaboración del ladrillo con agregados de poliestireno extruído (XPS) cumplirá la resistencia de 102 kg/cm²”.

H0: El diseño de mezcla para la elaboración del ladrillo con agregados de XPS no cumple la resistencia de 102 kg/cm².

Ha: El diseño de mezcla para la elaboración del ladrillo con agregados de XPS cumplió la resistencia de 102 kg/cm².

Tabla 49. Pruebas de Chi – Cuadrado para hipótesis específica 1

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	17,651 ^a	2	,000
Razón de verosimilitud	16,154	2	,000
Asociación lineal por lineal	13,147	1	,000
N de casos válidos	28		
Fuente: Programa SPSS25			

Interpretación: En base al planteamiento estadístico; se acepta la hipótesis alterna Ha; lo cual, el diseño de mezcla para la elaboración del ladrillo con agregados de XPS cumplió la resistencia de 102 kg/cm², y se rechaza la hipótesis nula H0 porque Chi-cuadrado de Pearson es menor a 0.05. El diseño de mezcla para la elaboración del ladrillo con agregados de poliestireno extruído si cumplió la resistencia de 102 kg/cm², puesto que se alcanzó una resistencia de hasta 116.31 kg/cm² en el caso del ladrillo con 20 % de XPS, sin embargo, no se cumplió en el caso del ladrillo con 40% de XPS debido a que solo tuvo una resistencia de 94.06 kg/cm².

Contrastación de la hipótesis específica 2

“La sustitución del poliestireno extruído (XPS) en la elaboración de los ladrillos en porcentajes de 0%,20% y 40 % influirá de manera positiva”.

H0: La sustitución del poliestireno extruído en la elaboración de los ladrillos en porcentajes de 0%,20% y 40 % no influye de manera positiva.

Ha: La sustitución del XPS en la elaboración de los ladrillos en porcentajes de 0%,20% y 40 % influye de manera positiva.

Tabla 50. Pruebas de Chi – Cuadrado para hipótesis específica 2

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	14,781 ^a	2	,000
Razón de verosimilitud	13,154	2	,000
Asociación lineal por lineal	10,124	1	,000
N de casos válidos	28		

Fuente: Programa SPSS25

Interpretación: En base al planteamiento estadístico, se acepta la hipótesis alterna Ha; lo cual, La sustitución del poliestireno extruído en la elaboración de los ladrillos en porcentajes de 0%,20% y 40 % en reemplazo del agregado fino influye de manera positiva, y se rechaza la hipótesis nula H0 porque el Chi-cuadrado de Pearson es menor a 0.05.

La sustitución del poliestireno extruído en la elaboración de los ladrillos en porcentajes de 0 %, 20 % y 40 % en reemplazo del AF influyó de manera positiva, situación que se reflejó en los resultados de los ensayos de absorción, variabilidad dimensional, alabeo y peso específico; que cumplieron con los rangos establecidos en NTP E070 y NTP 399.601. Sin embargo, en el caso de la resistencia, el efecto fue positivo solo en el caso del ladrillo con 20 % de XPS alcanzó una resistencia de hasta 116.31 kg/cm², en el caso del ladrillo con 40% de XPS la resistencia de redujo a 94.06 kg/cm².

Contrastación de la hipótesis específica 3

“Las propiedades que obtendrá el ladrillo con la aplicación de poliestireno extruído (XPS) cumplirán con la NTP”.

H0: Las propiedades que obtendrá el ladrillo con la aplicación de XPE no cumplirán con la NTP.

Ha: Las propiedades que obtendrá el ladrillo de con la aplicación de XPS cumplieron con la NTP.

Tabla 51. Pruebas de Chi – Cuadrado para hipótesis específica 3

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	GI	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	16,121 ^a	2	,000
Razón de verosimilitud	15,123	2	,000
Asociación lineal por lineal	13,292	1	,000
N de casos válidos	28		
Fuente: Programa SPSS25			

Interpretación: En base al planteamiento estadístico, se acepta la hipótesis alterna Ha; por lo cual, las propiedades del ladrillo con la aplicación de poliestireno extruído cumplieron con la NTP, y se rechaza la hipótesis nula H0 porque el Chi-cuadrado de Pearson es menor a 0.05.

Las propiedades que obtuvo el ladrillo con la aplicación de poliestireno extruído de 20 % y 40 % en sustitución del agregado fino cumplieron con la NTP E070 y NTP 399.601, los resultados de los ensayos de absorción, variabilidad dimensional, alabeo, peso específico y resistencia cumplieron con los rangos establecidos en NTP E070 y NTP 399.601. Cabe resaltar que la resistencia a la compresión el ladrillo patrón fue de 106.18 kg/cm², el ladrillo con 20 % de XPS alcanzó una resistencia de hasta 116.31 kg/cm² y el ladrillo con 40% de XPS obtuvo 94.06 kg/cm²,

Los ladrillos de concreto se clasificaron de la siguiente manera:

Ladrillo patrón. - Ladrillo Tipo III (f[”]b mínimo 95 kg/cm²).

Ladrillo con 20% de XPS. - Ladrillo Tipo III (f[”]b mínimo 95 kg/cm²).

Ladrillo con 40 % de XPS. - Ladrillo Tipo II (f[”]b mínimo 70 kg/cm²).

V. DISCUSIÓN

El objetivo general de nuestro proyecto fue “ Evaluar la influencia de la aplicación de poliestireno extruído (XPE) en las propiedades de los ladrillos de concreto” y en consecuencia a los resultados obtenidos se ha confirmado nuestra hipótesis general que indicaba que “La aplicación de poliestireno extruido influirá de manera positiva en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto” debido a que los ensayos de resistencia a la compresión, absorción, alabeo, variabilidad dimensional y peso a los ladrillos cumplen con la NTP E070 y NTP 399.601 para fines estructurales, clasificándolos en Ladrillo Tipo III .

El diseño de mezcla para la elaboración del ladrillo de con agregados de XPE para un concreto $f'c = 102 \text{ kg/cm}^2$ fue 1: 3.62 : 3.31: 0.80, esta dosificación si cumplió la resistencia de 102 kg/cm^2 , puesto que los ladrillos patrón tuvieron una resistencia a los 28 días de 106.18 kg/cm^2 , en el caso del ladrillo con 20 % de XPS alcanzaron una resistencia de 116.31 kg/cm^2 , sin embargo no se cumplió en el caso del ladrillo con 40% de XPS debido a que solo alcanzó una resistencia de 94.06 kg/cm^2 , es decir hay relación inversa entre el porcentaje de XPS aplicado y la resistencia del ladrillo.

La sustitución del poliestireno extruído en la elaboración de los ladrillos en porcentajes de 0 %, 20 % y 40 % en reemplazo del agregado fino influyó de manera positiva, situación que se reflejó en los resultados de los ensayos de absorción, variabilidad dimensional, alabeo y peso específico; que cumplieron con los rangos establecidos en NTP E070 y NTP 399.601. Sin embargo, en el caso de la resistencia a la compresión, el efecto fue positivo solo en el caso del ladrillo con 20 % de XPS alcanzando una resistencia de 116.31 kg/cm^2 , en el caso del ladrillo con 40% de XPS la resistencia de redujo a 94.06 kg/cm^2 , comparado con el ladrillo patrón (106.18 kg/cm^2).

Las propiedades que obtuvo el ladrillo con la aplicación de poliestireno extruído de 20 % y 40 % en sustitución del agregado fino cumplieron con la NTP E070 y NTP 399.601, los resultados de los ensayos de absorción, variabilidad

dimensional, alabeo, peso específico y resistencia a la compresión cumplieron con los rangos establecidos en NTP E070 y NTP 399.601.

Los resultados del ensayo de absorción de los ladrillos de concreto fueron para los ladrillos patrón 0.90 %, los ladrillos de concreto con 20 % de XPS obtuvieron una absorción de 0.76 % y los ladrillos con 40 % de poliestireno extruído 0.62 %. Este resultado cumple con la NTP 399.601, la cual establece que para ladrillos tipo 10, 14, 17 y 24 el porcentaje de absorción máximo debe ser 12 %, 12 %, 10 % y 8 %, respectivamente. se concluye que al aumentar el % de XPS, el % de absorción del ladrillo disminuye.

Los resultados del ensayo de variación dimensional de los ladrillos de concreto patrón fuero, para el largo -0.42 %, ancho -0.77 % y alto -0.09%; ladrillos con 20 % de XPS para el largo -0.52 %, ancho 0.32 % y alto -0.93% ; ladrillos con 40 % de XPS para el largo -0.49 %, ancho -0.96 % y alto -1.30%. Estos resultados cumplen con la NTP E.070, la cual establece que para ladrillos tipo III la variación en porcentaje máximo es de ± 3 % de largo, ± 4 % de ancho y ± 5 % para el alto; incluso cumple con los parámetros establecidos para ladrillos tipo V, cuya variación en porcentaje máximo es de ± 1 % de largo, ± 2 % de ancho y ± 3 % para el alto.

En el ensayo de alabeo: los ladrillos patrón obtuvieron una concavidad promedio de 2.33 mm, los ladrillos de concreto con 20 % de XPS obtuvieron una concavidad de 2.42 mm y los ladrillos con 40 % de poliestireno extruído tuvieron una concavidad de 2.50 mm, así mismo los ladrillos patrón obtuvieron una convexidad promedio de 1.6 mm, los ladrillos con 20 % de poliestireno extruído obtuvieron una convexidad de 1.8 mm y los ladrillos con 40 % de poliestireno extruído tuvieron una convexidad de 1.3 mm. Estos resultados cumplen con la NTP E.070, la cual establece que para ladrillos tipo IV el alabeo máximo permitido es hasta 4 mm, para ladrillos tipo III máximo 6 mm, tipo II 8 mm máximo y tipo I el alabeo máximo es hasta 10 mm.

La resistencia a la compresión del ladrillo patrón a los 28 días de curado fue de 106.18 kg/cm², el ladrillo con 20 % de XPS alcanzó una resistencia de hasta

116.31 kg/cm² y el ladrillo con 40% de XPS obtuvo una resistencia de 94.06 kg/cm². Para fines estructurales los ladrillos de concreto se clasificaron de la siguiente manera: el ladrillo patrón clasificó como ladrillo tipo III (f''_b mínimo 95 kg/cm²), el ladrillo con 20% de XPS como ladrillo Tipo III (f''_b mínimo 95 kg/cm²) y el ladrillo con 40 % de XPS clasifica en el tipo II (f''_b mínimo 70 kg/cm²).

Los resultados del ensayo del peso unitario o densidad de los ladrillos de concreto patrón que en promedio fue 2267 kg/m³; para el ladrillo con 20% de XPS el peso fue de 2146 kg/m³ y para el ladrillo con 40% de XPS su peso fue 2005 kg/m³, al incrementar el porcentaje de XPS, el peso del ladrillo disminuye.

Posterior a nuestro análisis podemos manifestar que:

Según Lapa (2020) en su tesis obtuvo como resultado para un f''_c de 104 kg/cm² y una dosificación de 1: 6.47 : 0.65 , que la resistencia a la compresión de los bloques de concreto adicionando 20% de poliestireno expandido (EPS) en sustitución del agregado fino a los 28 días de curado llegó a 72.68 kg/cm², pero con la adición del 40 % de EPS esta disminuye a 27.17 kg/cm², así mismo concluye en que el uso de EPS influye de forma favorable a las propiedades de absorción, variación dimensional, alabeo. Estos resultados difieren en parte de los obtenidos en nuestra investigación ya que en el caso de la resistencia a la compresión el ladrillo patrón a los 28 días de curado obtuvo una resistencia de 106.18 kg/cm², el ladrillo con 20 % de XPS alcanzó una resistencia de hasta 116.31 kg/cm² y el ladrillo con 40% de XPS obtuvo una resistencia de 94.06 kg/cm², es decir existe una relación inversa entre el porcentaje de XPS aplicado y la resistencia del ladrillo de concreto, de otro lado el uso de poliestireno extruído influye de forma favorable en las propiedades de absorción, variación dimensional, alabeo.

Según Salazar y Solís (2019) en su tesis obtuvo como resultado para un f''_c de 70 kg/cm² y una dosificación de 1: 4.35: 2.81: 0.81, que la resistencia de los bloques de concreto adicionando 25 % de poliestireno expandido en sustitución del agregado grueso a los 28 días de curado se incrementa a 73.10 kg/cm², respecto al bloque de concreto patrón cuya resistencia fue 68.10 kg/cm², pero

con la adición del 60 % de EPS esta disminuye a 53.40 kg/cm², así mismo concluyó en que el EPS influye de forma positiva en las propiedades de absorción, variación dimensional, alabeo. Con los resultados obtenidos en nuestra investigación podemos confirmar los resultados de los investigadores ya que en el caso de la resistencia a la compresión el ladrillo patrón a los 28 días de curado obtuvo una resistencia de 106.18 kg/cm², el ladrillo con 20 % de XPS alcanzó una resistencia de hasta 116.31 kg/cm² y el ladrillo con 40% de XPS obtuvo una resistencia de 94.06 kg/cm², es decir existe una relación inversa entre el porcentaje de XPS aplicado y la resistencia del ladrillo de concreto, de otro lado el uso de poliestireno extruído influye favorablemente en las propiedades de absorción, variación dimensional, alabeo.

Según Ñaupá (2018) en su tesis obtuvo como resultado para un f'c de 39 kg/cm² y una dosificación de 1: 5 : 0.40 % EPS , que la resistencia a la compresión de los bloques de concreto adicionando 40% de poliestireno expandido en sustitución del agregado fino a los 28 días de curado llegó a 30.55 kg/cm², pero con la adición del 15 % de EPS esta aumenta a 81.77 kg/cm², así mismo concluyó en que el uso de EPS influye favorablemente en las propiedades de absorción, variación dimensional, alabeo. Estos resultados confirman los obtenidos en nuestra investigación ya que la resistencia del ladrillo patrón a los 28 días de curado fue de 106.18 kg/cm², el ladrillo con 20 % de XPS alcanzó una resistencia de hasta 116.31 kg/cm² y el ladrillo con 40% de XPS obtuvo una resistencia de 94.06 kg/cm², es decir existe una relación inversa entre el porcentaje de XPS aplicado y la resistencia del ladrillo de concreto, de otro lado el uso de poliestireno extruído influye de forma positiva en las propiedades de absorción, variación dimensional, alabeo.

Según Álvarez y Meca (2019), en su tesis obtuvo como resultado una dosificación de 1: 2.92: 0.06: 0.08 EPS, obteniendo una resistencia de 69.75 kg/cm², absorción 5.792%, cumpliendo con los estándares establecidos en la NTP así mismo concluyó en que el uso de EPS afecta de manera favorable a las propiedades de absorción, variación dimensional, alabeo. Estos resultados confirman los nuestra investigación ya el uso de XPE influye favorablemente en las propiedades de absorción, variación dimensional y alabeo.

VI. CONCLUSIONES

1. La aplicación de poliestireno extruido (XPE) influyó de manera positiva en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, debido a que los ensayos de resistencia a la compresión, absorción, alabeo, variabilidad dimensional y peso a los ladrillos de concreto cumplieron con el RNE E E070 y NTP 399.601 para fines estructurales, clasificándolos en Ladrillo tipo III y tipo 10, respectivamente.
2. El diseño de mezcla para un concreto $f'c = 102 \text{ kg/cm}^2$ fue 1:3.62:3.31:0.80, esta dosificación cumplió la resistencia de 102 kg/cm^2 , puesto que los ladrillos patrón tuvieron una resistencia a los 28 días de 106.18 kg/cm^2 , en el caso del ladrillo con 20 % de XPS alcanzaron una resistencia de 116.31 kg/cm^2 , sin embargo no se cumplió en el caso del ladrillo con 40% de XPS debido a que solo alcanzó una resistencia de 94.06 kg/cm^2 .
3. La sustitución del poliestireno extruido en la elaboración de los ladrillos de concreto en porcentajes de 20 % y 40 % en reemplazo del agregado fino influyó de manera positiva, situación que se reflejó en los resultados de los ensayos de absorción, variabilidad dimensional, alabeo y peso específico; que cumplieron con los rangos establecidos en el RNE E E070 y NTP 399.601. Sin embargo, en el caso de la resistencia, el efecto fue positivo solo en el caso del ladrillo con 20 % de XPS alcanzó una resistencia a los 28 días de curado de 116.31 kg/cm^2
4. Las propiedades físicas y mecánicas que obtuvo el ladrillo de concreto con la aplicación de 20 % y 40 % de XPE en sustitución del agregado fino cumplieron con la NTP E070 y NTP 399.601, los resultados de las pruebas de absorción, variabilidad dimensional, alabeo y peso específico y resistencia a la compresión cumplieron con los rangos establecidos en NTP E070 y NTP 399.601.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar moldes de metal, para obtener uniformidad en las dimensiones y alabeo de los ladrillos, así mismo que estos moldes sean de tipo 3 en 1 o 5 en 1, que permitan elaborar varios ladrillos a la vez con la finalidad de minimizar tiempo y reducir costos.
2. Al triturar el poliestireno extruido se recomienda verificar que las unidades tengan un diámetro de hasta 3 mm, debido a que con un diámetro mayor se crea grumos, que causan vacíos en la mezcla ocasionando reducción en su resistencia.
3. Con el fin de facilitar el desmoldado de los ladrillos, este se debe realizar en el mismo día de la elaboración de los ladrillos, colocando aceite en los moldes antes de su utilización.
4. Incentivar el uso de ladrillos de concreto con poliestireno extruido con el fin de reducir la contaminación ambiental que ocasiona el cocido de los ladrillos de arcilla.
5. Realizar investigaciones de diseños de mortero adicionando XPS, debido a que este cumple con la Norma Técnica Peruana.

REFERENCIAS

ÁLVAREZ, Miguel y MECA, Irvin. Diseño de unidades de albañilería de concreto liviano a base de poliestireno expandido, Piura-2018. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo, 2019.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/31998>.

BELTRÁN, Maribel. Tecnología de polímeros [En línea]. 1° ed. España: Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2012 [Fecha de consulta: 02 de junio de 2021].

Disponible: <https://publicaciones.ua.es/es/catalogo/tecnologia-de-polimeros/978-84-9717-232-5>

CARABAYO, Rocío. Evaluación del ciclo de vida (ACV) de los materiales de construcción para la evaluación de la sostenibilidad de la edificación: el caso de los materiales de aislamiento térmico. Revista de la Construcción [en línea]. Abril 2017. Vol.16. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2021].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7764/RDLC.16.1.22>

ISSN 0718-915X

CASAPINO, Manuel y SERRANO, ANA. Evaluación de la conductividad térmica y propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto sustituyendo el confitillo por poliestireno expandido tipo perla. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Cuzco: Universidad Andina de Cuzco, 2020.

Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/3601>

COMISIÓN de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI (Perú). Norma Técnica Peruana 399.613. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. Lima: NTP, 2005. 39 pp.

COMISIÓN de Reglamentos Técnicos y Comerciales - Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) - (Perú). Norma Técnica Peruana 399.601. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de concreto. Requisitos. Lima: NTP, 2006. 16 pp.

COMISIÓN de Reglamentos Técnicos y Comerciales - Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) - (Perú). Norma Técnica Peruana 399.604. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de unidades de albañilería de concreto. Lima: NTP, 2006. 20 pp.

COMISIÓN de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI (Perú). Norma Técnica Peruana 400.012. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima: NTP, 2001. 18 pp.

CUESTA, Francisco. Análisis de las propiedades de desechos de poliestireno extruído expandido y su reutilización en láminas para termo formado. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2017.

Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/38262>

DE SAN ANTONIO, Alicia. Caracterización de compuestos eco eficientes de yeso aligerado con residuo de poliestireno extruído (XPS). (Tesis doctoral). España: Universidad Politécnica de Madrid, 2017.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/49632>

ENGINEERING [en línea].05/11/2020.Vol 180. [Fecha de consulta: 21 de junio de 2021].

DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2020.115801

ISSN 1359-4311

FERNATHS, S., Gunasekara, C., Law, D. W., Nasvi, M. C. M., Setunge, S., & Dissanayake, R. (2022). Engineering properties of waste-based alkali activated concrete brick containing low calcium fly ash and rice husk ash: A comparison with traditional Portland cement concrete brick. *Journal of Building Engineering*, 46. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103810>.

GAGGIANO, Rosana. Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para el autoconstrucción. Universidad de Chile [En línea]. Agosto del 2018, Volumen 23, N° 063. [Fecha consultada: 10 de junio del 2021].

Disponible en: <http://www.arpet.org/docs/Ladrillos-y-placas-prefabricadas-con-plasticosreciclados-Gaggino.pdf>

ISSN: 0718-1299

GRAY Je. Polystyrene: Properties, Performance, and Applications [Internet]. New York: Nova Science Publishers, Inc.; 2011 [cited 2021 Dec 10]. (Materials Science and Technologies). Available from: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=439586&lang=es&site=eds-live>.

GONG, W., Zhang, W., Jiang, M., Li, S., Liang, G., Bu, Q., Xu, L., Zhu, H., & Lu, A. (2021). Species-dependent response of food crops to polystyrene nanoplastics and micro plastics. *The Science of the Total Environment*, 796, 148750. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148750>

HERNÁNDEZ, Carlos. Introducción a los tipos de muestreo. *Revista Científica del Instituto nacional de Salud* [en línea].24/04/2019. [Fecha de consulta: 25 de junio de 2021].

Disponible en: <https://alerta.salud.gob.sv/introduccion-a-los-tipos-de-muestreo/>
ISSN 2617 5274.

HERNANDEZ, Roberto y FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA. Metodología de la investigación científica. México: Interamericana, 2006. pág. 634. ISBN: 978-1-4562-2396-0

HUROL, Y. (2014). Ethical Considerations for a Better Collaboration Between Architects and Structural Engineers: Design of Buildings with Reinforced Concrete Frame Systems in Earthquake Zones. *Science & Engineering Ethics*, 20(2), 597–612. <https://doi.org/10.1007/s11948-013-9453-4>

ITOH, N., & Hanari, N. (2021). Development of a Polystyrene Reference Material for Raman Spectrometer (NMIJ RM 8158-a). *Analytical Sciences: The International Journal of the Japan Society for Analytical Chemistry*, 37(11), 1533–1539. <https://doi.org/10.2116/analsci.21P054>

IZVOLT, Libor. TESTING THE SUITABILITY OF THE EXTRUDED POLYSTYRENE (STYRODUR) APPLICATION IN THE TRACK SUBSTRUCTURE [on line]. *Acta Polytechnica*. Vol. 60, 2020. [Fecha de consulta: 25 de junio de 2021].

Disponible en: <https://doaj.org/article/0005141d9f2c4e519a1a6900f57b7817>
ISSN 1210-2709

JONAITIS, B., Marciukaitis, G., & Valivonis, J. (2013, November 1). Analysis of the mechanics of carbamide induced destruction of concrete and ceramic bricks. *Construction and Building Materials*, 48, 917. Disponible en; <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.07.042>

LAPA, Jordi. Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Continental, 2020. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/7710>

LI S, Wang Q, Yu H, Yang L, Sun Y, Xu N, et al. Polystyrene micro plastics induce blood-testis barrier disruption regulated by the MAPK-Nrf2 signaling pathway in rats. *Environmental science and pollution research international* [Internet]. 2021 Sep [cited 2021 Dec 10];28(35):47921–31. Available from: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cmedm&AN=33895957&lang=es&site=eds-live>

LI, Xiangfeng. Experimental study of the thermal performance of a building wall with vacuum insulation panels and extruded polystyrene foams. *Applied Thermal Engineering*. LINGOOD, Cole. Polystyrene: Synthesis, Characteristics, and Applications. Chemistry Research and Applications. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2014.

<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=813110&lang=es&site=eds-live>.

MORAES MC, Buth IS, da Luz CA, Langaro EA, Medeiros MHF. Alkali-Activated Cement Subject to Alkali-Aggregate Reaction. ACI Materials Journal [Internet]. 2021 Sep [cited 2021 Dec 10];118(5):137–47. Available from: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=egs&AN=152877579&lang=es&site=eds-live>

NAIZA, Gonzalo. Aplicación del Poliestireno Expandido en la Fabricación de Unidades de Concreto Liviano para Muros de Tabiquería en la Ciudad de Arequipa. (Tesis de pregrado) Tesis (Título en Ingeniería Civil). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2018.

NORMA, Técnica, peruana, 399.088 (2006). Hormigón, (concreto,). Agua, de mezcla utilizada, en la producción, de concreto, de cemento portland. (2ª ed.). Lima, Perú: Indecopi.

NORMA, Técnica, peruana, 400.037 (2002). Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto). (2ª ed.). Lima, Perú.

NORMAS Legales (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones E 070. Albañilería. Lima: RNE, 2006. 15 pp.

ÑAUPA Mauro. Evaluación de la calidad y costos de bloques de cemento con perlitas de poliestireno como alternativa en muros de albañilería en viviendas multifamiliares en la ciudad de Ayacucho. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3572>

PEREZ, Natalia y GARNICA, Paúl. Evaluación de las propiedades mecánicas del poliestireno expandido [en línea]. México, 2016, n.o 476 [Fecha de consulta: 01 setiembre de 2021]. Disponible en:

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt476.pdf>

ISSN: 0188-7297

PECK, Martin. Concrete: Design, Construction, Examples [Internet]. Basel: Birkhäuser; 2006 [cited 2021 Dec 10]. (Edition Detail). Available from: 476 [Fecha de consulta: 20 setiembre de 2021]. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=642005&lang=es&site=eds-live>

PORRAS Amores, C., Santa Cruz Astorqui, J., Río Merino, M. del, Villoria Sáez, P., & Viñas Arrebola, C. (2019). Thermal Behavior of Traditional Lightweight Gypsum with Construction and Demolition Waste Materials. <https://doi.org/10.6036/8983>

PORTLAND Cement Association. Diseño y Control de Mezclas de Concreto [en línea]. Estados Unidos, 2014 [Fecha de consulta: 10 junio de 2021]. Disponible en: https://es.slideshare.net/philip_c/pca-40034964. ISBN: 0-89312-233-5

REGLAMENTO Nacional de Edificaciones. Norma E.070 Albañilería. SENCICO, Lima 2020. Primera Edición Digital. Disponible en www.gob.pe/sensico ISBN: 978-612-48427-6-4

SALAZAR, Andrés y SOLÍS, Waldir. Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de albañilería incorporando poliestireno expandido para ser utilizados como tabiquería. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/49632>.

VLACIL A-K, Bänfer S, Jacob R, Trippel N, Kuzu I, Schieffer B, et al. Polystyrene micro plastic particles induce endothelial activation. PLoS ONE [Internet]. 2021 Nov 17 [cited 2021 Dec 10];16(11):1–10. Available from: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=153628296&lang=es&site=eds-live>.

VU, K. D., & Bazhenova, S. I. (2021). Modeling the influence of input factors on foam concrete properties. *Magazine of Civil Engineering (2712-8172)*, 103(3), 127–136. Disponible en: <https://doi.org/10.34910/MCE.103.11>

YOSHIARA, Hiroshi. Mode I J-integral of extruded polystyrene measured by the four-point single-edge notched bending test. *Engineering Fracture Mechanics* [en línea]. December 2019. 222. [Fecha de consulta: 24 de junio de 2021].

Disponible en: [10.1016/j.engfracmech.2019.106716](https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2019.106716)

ISSN 0013-7944

YOSHIARA, Hiroshi. Measurement of the Shear Properties of Extruded Polystyrene Foam by In-Plane Shear and Asymmetric Four-Point Bending Tests. *Polymers* [en línea]. Iss 1, 2019. Vol. 12, [Fecha de consulta: 23 de junio de 2021].

Disponible en: <https://doaj.org/article/4f876d1b6570455599dd81de47a7536c>

ISSN 2073-4360

ZEGRADLO, B., & Kobylński, K. (2021). Analysis of the Possibility of Using Extruded Polystyrene (XPS) Wastes to Make Lightweight Cement Composites. *Journal of Ecological Engineering*, 22(7),123–131. <https://doi.org/10.12911/22998993/139063>.

ZHANG K-X, Song C, Zhao S, Yan Z, Feng L-J, Wang S-G. AOPs enhance the migration of polystyrene nanoparticles in saturated quartz sand. *Environmental science Processes & impacts* [Internet]. 2021 Oct 20 [cited 2021 Dec 10];23(10):1509–15. Available from:

<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cmedm&AN=34669759&lang=es&site=eds-live>

Anexo N° 02: Matriz de Consistencia

Tabla 52 . Matriz de Consistencia.

TÍTULO : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE POLIESTIRENO EXTRUÍDO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO.			
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	DESARROLLO DE VARIABLES
¿De qué manera influye la aplicación poliestireno extruido en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto?	Evaluar la influencia de la aplicación de poliestireno extruido en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto	La aplicación de poliestireno extruido influirá de manera positiva en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variables Dependiente :
¿Cómo será el diseño de mezcla para la elaboración del ladrillo de concreto con agregados de poliestireno extruido para obtener una resistencia de 102 kg/cm ² ?	Determinar el diseño de mezcla para la elaboración del ladrillo de concreto con agregados de poliestireno extruido para obtener una resistencia de 102 kg/cm ² .	El diseño de mezcla para la elaboración del ladrillo de concreto con agregados de poliestireno extruido cumplirá la resistencia de 102 kg/cm ²	Efecto en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto
¿Cómo será la aplicación del poliestireno extruido en la elaboración de ladrillos de concreto ?	Realizar la sustitución de poliestireno extruido en la elaboración de los ladrillos de concreto en porcentajes de 0%,20%,40% en reemplazo del agregado fino.	La sustitución del poliestireno extruido en la elaboración de los ladrillos de concreto en porcentajes de 0%,20%,40 % en reemplazo del agregado fino influirá de manera positiva.	
¿Cómo serán las propiedades físicas y mecánicas que obtendrá el ladrillo de concreto con la aplicación de poliestireno extruido?.	Determinar las propiedades físicas y mecánicas que obtendrá el ladrillo de concreto con la aplicación de poliestireno extruido .	Las propiedades físicas y mecánicas que obtendrá el ladrillo de concreto con la aplicación de poliestireno extruido cumplirán con la NTP .	Variable Independiente: Poliestireno extruido

Fuente: elaboración propia

Anexo N° 03: Matriz de Matriz de Operacionalización de Variables

Tabla 53. Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
VI: POLIESTIRENO O EXTRUÍDO	El poliestireno extruido (XPS) es una espuma rígida que se obtiene a partir del poliestireno cristal fundido tiene una estructura celular cerrada y compuesta, (De San Antonio, 2017, p.13).	Es el agregado que se adicionará en la fabricación del ladrillo de concreto en cantidades determinadas	Cantidad	20 % poliestireno extruido	Ficha Técnica	Porcentaje
				40 % poliestireno extruido	Ficha Técnica	Porcentaje
VD:LADRILLO DE CONCRETO	Las unidades de concreto pueden ser ladrillos y bloques. Se producen en los tipos sólido y hueco. El formado de las unidades de concreto se hace exclusivamente por moldeo asistido por presión o vibración, o por una combinación de ambas. Los materiales a emplear principalmente es cemento portland, agregados y agua (Juárez y Neira, 2020, p.72).	Se fabricará ladrillos de concreto adicionando poliestireno extruido a los cuales se les determinará sus propiedades físicas y mecánicas mediante ensayos de laboratorio.	Diseño de mezcla	Dosificación	Ficha Técnica	Proporción kg
			propiedades físico y mecánicas de los ladrillos de concreto	Resistencia a la Compresión	Ficha Técnica	Razón kg/cm ²
				Absorción	Ficha Técnica	Porcentaje
				Variabilidad dimensional	Ficha Técnica	milímetros
				Alabeo	Ficha Técnica	milímetros
Peso específico	Ficha Técnica	Razón kg/m ³				

Fuente: elaboración propia

Anexo N° 04: Instrumentos de Recolección de Datos

		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
FICHA TÉCNICA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS							
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:		Influencia en la aplicación del poliestireno extruido en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, Piura - 2021.					
TIPO DE ENSAYO		Ensayo de Variabilidad Dimensional					
FECHA		28/10/2021					
AUTORES		Rivera Calle Danni , Vidaurre Salazar Gerson					
NTP		NTP 399.613					
Variación Dimensional de ladrillos Patrón							
Grupo	Muestra de ladrillo	Largo mm	Ancho mm	Alto mm	Prom largo mm	Prom Ancho mm	Prom Alto mm
Medida Estandar					240.0	130.0	90.0
LADRILLO PATRÓN	1	242	131	89	240.3	130.5	90.5
		240	132	91			
		240	129	91			
		239	130	91			
	2	240	131	90	240.3	131.0	89.3
		240	131	89			
		240	131	89			
		241	131	89			
	3	243	132	92	242.5	131.5	90.5
		243	132	92			
		242	132	89			
		242	130	89			
Promedio					241.0	131.0	90.1
Variación en Porcentaje					-0.42%	-0.77%	-0.09%

Figura 25. Variación dimensional del ladrillo patrón

Fuente: Ensayo de laboratorio

		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO					
		PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Influencia en la aplicación del poliestireno extruido en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, Piura - 2021.					
TIPO DE ENSAYO		Ensayo de Variabilidad Dimensional					
FECHA		28/10/2021					
AUTORES		Rivera Calle Danni , Vidaurre Salazar Gerson					
NTP		NTP 399.613					
Variación Dimensional Ladrillos con 20% de Poliéstireno Extruido							
Grupo	Muestra de ladrillo	Largo mm	Ancho mm	Alto mm	Prom largo mm	Prom Ancho mm	Prom Alto mm
Medida Estandar					240.0	130.0	90.0
LADRILLO 20 % XPS	1	242	129	91	242.0	128.8	91.0
		242	128	91			
		242	128	91			
		242	130	91			
	2	241	129	91	241.0	129.5	91.3
		241	129	91			
		241	129	91			
		241	131	92			
	3	241	130	92	240.8	130.5	90.3
		242	130	90			
		240	132	88			
		240	130	91			
Promedio					241.3	129.6	90.8
Variación en Porcentaje					-0.52%	0.32%	-0.93%

Figura 26. Variación dimensional de ladrillos con 20% de XPS.

Fuente: Ensayo de laboratorio

		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
FICHA TÉCNICA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS							
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:		Influencia en la aplicación del poliestireno extruido en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, Piura - 2021.					
TIPO DE ENSAYO		Ensayo de Variabilidad Dimensional					
FECHA		28/10/2021					
AUTORES		Rivera Calle Danni , Vidaurre Salazar Gerson					
NTP		NTP 399.613					
Variación Dimensional Ladrillos con 40% de Poliestireno Extruido							
Grupo	Muestra de ladrillo	Largo mm	Ancho mm	Alto mm	Prom largo mm	Prom Ancho mm	Prom Alto mm
Medida Estandar					240.0	130.0	90.0
LADRILLO 40 % XPS	1	241	133	92	240.8	132.0	91.5
		241	132	91			
		241	133	91			
		240	130	92			
	2	242	133	91	242.5	131.3	90.8
		242	130	89			
		243	129	92			
		243	133	91			
	3	240	131	92	240.3	130.5	91.3
		241	132	93			
		240	129	90			
		240	130	90			
Promedio					241.2	131.3	91.2
Variación en Porcentaje					-0.49%	-0.96%	-1.30%

Figura 27. Variación dimensional de ladrillos con 40% de XPS.

Fuente: Ensayo de laboratorio



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA TÉCNICA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	Influencia en la aplicación del poliestireno extruido en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, Piura - 2021.					
TIPO DE ENSAYO	Ensayo de Alabeo					
FECHA	28/10/2021					
AUTORES	Rivera Calle Danni , Vidaurre Salazar Gerson					
NTP	NTP 399.613					
Alabeo del ladrillo patrón						
Grupo	Muestra	Cara		Cara		Promedio mm
Concavidad						
Ladrillo patrón	1	5	0	2	2	2.3
	2	0	2	5	5	3.0
	3	3	4	0	0	1.8
Promedio						2.3
Convexidad						
Ladrillo patrón	1	0	5	0	0	1.3
	2	5	0	0	0	1.3
	3	0	0	4	5	2.3
Promedio						1.6

Figura 28. Alabeo de ladrillos de concreto patrón.

Fuente: Ensayo de laboratorio



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA TÉCNICA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	Influencia en la aplicación del poliestireno extruido en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, Piura - 2021.					
TIPO DE ENSAYO	Ensayo de Alabeo					
FECHA	28/10/2021					
AUTORES	Rivera Calle Danni , Vidaurre Salazar Gerson					
NTP	NTP 399.613					
Alabeo del ladrillo con 20 % de poliestireno extruido						
Grupo	Muestra	Cara		Promedio mm		
Concavidad						
Ladrillo 20% XPE	1	3	5	0	0	2.0
	2	0	5	3	5	3.3
	3	0	0	4	4	2.0
Promedio						2.4
Convexidad						
Ladrillo 20% XPE	1	0	0	3	3	1.5
	2	5	0	0	0	1.3
	3	5	5	0	0	2.5
Promedio						1.8

Figura 29. Alabeo de ladrillos de concreto con 20% XPS

Fuente: Ensayo de laboratorio



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA TÉCNICA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	Influencia en la aplicación del poliestireno extruido en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, Piura - 2021.					
TIPO DE ENSAYO	Ensayo de Alabeo					
FECHA	28/10/2021					
AUTORES	Rivera Calle Danni , Vidaurre Salazar Gerson					
NTP	NTP 399.613					
Alabeo del ladrillo con 40 % de poliestireno extruido						
Grupo	Muestra	Cara		Cara		Promedio mm
Concavidad						
Ladrillo	1	1	0	5	5	2.8
40%	2	2	2	0	5	2.3
XPE	3	0	2	5	3	2.5
Promedio						2.5
Convexidad						
Ladrillo	1	0	5	0	0	1.3
40%	2	0	0	5	0	1.3
XPE	3	5	0	0	0	1.3
Promedio						1.3

Figura 30. Alabeo de ladrillos de concreto con 40% XPS

Fuente: Ensayo de laboratorio

		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL						
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
FICHA TÉCNICA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS						
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:		Influencia en la aplicación del poliestireno extruido en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, Piura - 2021.				
TIPO DE ENSAYO		Ensayo de Absorción				
FECHA		28/10/2021				
AUTORES		Rivera Calle Danni , Vidaurre Salazar Gerson				
NTP		NTP 399.601 y NTP 399.604				
Absorción del ladrillo patrón, con 20% de XPS y con 40 % de XPS						
Grupo	Muestra de ladrillo	Peso recibido gr	Peso seco gr	Peso saturado gr	Humedad %	Absorción %
LADRILLO PATRÓN	1	6210	6205	6270	7.69	1.05
	2	6173	6170	6220	6.00	0.81
	3	5978	5975	6025	6.00	0.84
Promedio		6120.33	6116.67	6171.67	6.56	0.90
LADRILLO 20% XPE	1	6072	6070	6115	4.44	0.74
	2	5758	5755	5800	6.67	0.78
	3	5933	5930	5975	6.67	0.76
Promedio		5921.00	5918.33	5963.33	5.93	0.76
LADRILLO 40% XPE	1	5792	5790	5825	5.71	0.60
	2	5852	5850	5890	5.00	0.68
	3	5842	5840	5874	5.88	0.58
Promedio		5828.67	5826.67	5863.00	5.53	0.62

Figura 31. Absorción de los ladrillos de concreto

Fuente: Ensayo de laboratorio



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA TÉCNICA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	Influencia en la aplicación del poliestireno extruido en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, Piura - 2021.						
TIPO DE ENSAYO	Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 días						
FECHA	28/10/2021						
AUTORES	Rivera Calle Danni , Vidaurre Salazar Gerson						
NTP	NTP 399.601 y NTP 399.604						
Resistencia a la compresión del ladrillo patrón							
Tipo	Muestra de ladrillo	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Área Bruta cm 2	Carga kg	Resistencia f' b kg/cm2
Ladrillo patrón	1	24.05	13.00	8.97	312.65	31815	101.76
	2	24.10	13.05	9.00	314.51	29775	94.67
	3	24.10	13.10	9.05	315.71	31101	98.51
Resistencia f' b kg/cm2							98.31
Resistencia a la compresión del ladrillo con 20 % de poliestireno extruido							
Tipo	Muestra de ladrillo	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Área Bruta cm 2	Carga kg	Resistencia f' b kg/cm2
Con 20% XPS	1	24.10	13.05	9.05	314.51	33650	106.99
	2	24.15	13.05	9.03	315.16	32834	104.18
	3	24.05	13.10	9.03	315.06	34262	108.75
Resistencia f' b kg/cm2							106.64
Resistencia a la compresión del ladrillo con 40 % de poliestireno extruido							
FECHA	Muestra de ladrillo	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Área Bruta cm 2	Carga kg	Resistencia f' b kg/cm2
Con 40% XPS	1	24.10	13.10	9.05	315.71	26716.1	84.62
	2	24.10	13.10	9.03	315.71	26512	83.98
	3	24.00	13.10	9.10	314.40	27532	87.57
Resistencia f' b kg/cm2							85.39

Figura 32. Resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto a los 7 días.

Fuente: Ensayo de laboratorio



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA TÉCNICA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	Influencia en la aplicación del poliestireno extruido en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, Piura - 2021.						
TIPO DE ENSAYO	Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 14 días						
FECHA	28/10/2021						
AUTORES	Rivera Calle Danni , Vidaurre Salazar Gerson						
NTP	NTP 399.601 y NTP 399.604						
Resistencia a la compresión del ladrillo patrón							
Tipo	Muestra de ladrillo	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Área Bruta cm 2	Carga kg	Resistencia f´b kg/cm2
Ladrillo patrón	1	24.00	13.03	9.00	312.72	32630.4	104.34
	2	24.03	13.12	8.95	315.27	31100.9	98.65
	3	24.02	13.00	9.00	312.26	30387.1	97.31
Resistencia f´b kg/cm2							100.10
Resistencia a la compresión del ladrillo con 20 % de poliestireno extruido							
Tipo	Muestra de ladrillo	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Área Bruta cm 2	Carga kg	Resistencia f´b kg/cm2
Con 20% XPS	1	24.10	13.05	9.05	314.51	34160	108.61
	2	24.15	13.05	9.03	315.16	34669.8	110.01
	3	24.05	13.10	9.03	315.06	35689.5	113.28
Resistencia f´b kg/cm2							110.63
Resistencia a la compresión del ladrillo con 40 % de poliestireno extruido							
FECHA	Muestra de ladrillo	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Área Bruta cm 2	Carga kg	Resistencia f´b kg/cm2
Con 40% XPS	1	24.05	13.15	9.00	316.26	28449.6	89.96
	2	24.20	13.10	9.00	317.02	28551.6	90.06
	3	24.05	13.10	9.10	315.06	27429.9	87.06
Resistencia f´b kg/cm2							89.03

Figura 33 Resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto a los 14 días.

Fuente: Ensayo de laboratorio



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA TÉCNICA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	Influencia en la aplicación del poliestireno extruido en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, Piura - 2021.						
TIPO DE ENSAYO	Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días						
FECHA	28/10/2021						
AUTORES	Rivera Calle Danni , Vidaurre Salazar Gerson						
NTP	NTP 399.601 y NTP 399.604						
Resistencia a la compresión del ladrillo patrón							
Fecha	Muestra de ladrillo	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Área Bruta cm ²	Carga kg	Resistencia f' b kg/cm ²
Ladrillo patrón	1	24.03	13.05	9.05	313.59	32426.5	103.40
	2	24.03	13.10	8.93	314.79	33400.3	106.10
	3	24.25	13.15	9.05	318.89	34771.8	109.04
Resistencia f' b kg/cm ²							106.18
Resistencia a la compresión del ladrillo con 20 % de poliestireno extruido							
Tipo	Muestra de ladrillo	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Área Bruta cm ²	Carga kg	Resistencia f' b kg/cm ²
Con 20% XPS	1	24.20	12.88	9.10	311.70	34771.8	111.56
	2	24.10	12.95	9.13	312.10	37626.9	120.56
	3	24.08	13.05	9.03	314.24	36709.2	116.82
Resistencia f' b kg/cm ²							116.31
Resistencia a la compresión del ladrillo con 40 % de poliestireno extruido							
FECHA	Muestra de ladrillo	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Área Bruta cm ²	Carga kg	Resistencia f' b kg/cm ²
Con 40% XPS	1	24.08	13.20	9.15	317.79	29469.3	92.73
	2	24.25	13.13	9.08	318.28	29617.2	93.05
	3	24.03	13.05	9.13	313.53	30223.9	96.40
Resistencia f' b kg/cm ²							94.06

Figura 34. Resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto a los 28 días.

Fuente: Ensayo de laboratorio



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA TÉCNICA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	Influencia en la aplicación del poliestireno extruido en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, Piura					
TIPO DE ENSAYO	PESO UNITARIO O DENSIDAD DE LOS LADRILLOS					
FECHA	28/10/2021					
AUTORES	Rivera Calle Danni , Vidaurre Salazar Gerson					
NTP	NTP 399.604					
Grupo	Muestra de ladrillo	Peso Seco kg	Peso Saturado kg	Peso Sumergido kg	Densidad kg/m ³	Promedio Densidad kg/m ³
Ladrillo Patrón	1	6.21	6.27	3.52	2256.36	2267
	2	6.17	6.22	3.48	2251.82	
	3	5.98	6.03	3.42	2293.67	
Ladrillo 20% XPS	1	6.07	6.12	3.22	2096.72	2146
	2	5.76	5.80	3.20	2213.46	
	3	5.93	5.98	3.19	2129.26	
Ladrillo 40% XPS	1	5.79	5.83	2.94	2006.93	2005
	2	5.85	5.89	2.97	2003.42	
	3	5.84	5.87	2.96	2004.12	

Figura 35. Peso Unitario o densidad de los ladrillos de concreto

Fuente: Ensayo de laboratorio



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA TÉCNICA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	Influencia en la aplicación del poliestireno extruido en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, Piura							
TIPO	DOSIFICACIÓN DE LADRILLOS PATRON , CON 20% XPS Y CON 40 % XPS							
FECHA	25/09/2021							
AUTORES	Rivera Calle Danni , Vidaurre Salazar Gerson							
NTP	ACI COMITÉ 211							
Diseño de mezcla		0% Poliestireno extruido						
Material	Cantidad en m3	Volumen de un ladrillo en m3	Cantidad de material para un molde en m3	Peso específico	Cantidad de material para un ladrillo kg	Cantidad de material para un ladrillo con 5 % de desperdicio en kg	N° ladrillos	Cantidad de material para 9 ladrillos en kg
Cemento	0.089	0.00281	0.00025	2970.00	0.74	0.776	9	6.98 kg
Agregado fino	0.368	0.00281	0.00103	2590.00	2.67	2.808	9	25.27 kg
Agregado grueso	0.321	0.00281	0.00090	2720.00	2.45	2.572	9	23.15 kg
Agua	0.210	0.00281	0.00059	1000.00	0.59	0.620	9	5.58 lt
Dosificación en peso (cemento : agregado fino : agregado grueso : agua)								
1 : 3.62 : 3.31 : 0.8								
Diseño de mezcla		20% Poliestireno extruido						
Material	Cantidad en m3	Volumen de un ladrillo en m3	Cantidad de material para un molde en m3	Peso específico	Cantidad de material para un ladrillo kg	Cantidad de material para un ladrillo con 5 % de desperdicio	N° ladrillos	Cantidad de material para 9 ladrillos en kg
Cemento	0.089	0.002808	0.00025	2970.00	0.74	0.776	9	6.98 kg
Agregado fino	0.294	0.002808	0.00083	2590.00	2.14	2.246	9	20.22 kg
Agregado grueso	0.321	0.002808	0.00090	2720.00	2.45	2.572	9	23.15 kg
Agua	0.210	0.002808	0.00059	1000.00	0.59	0.620	9	5.58 lt
Poliestireno extruido	0.074	0.002808	0.00021	24.00	0.0050	0.0052	9	0.05 kg
Dosificación en peso (cemento : agregado fino : agregado grueso : agua : poliestireno extruido)								
1 : 2.89 : 3.31 : 0.8 : 0.0067								
Diseño de mezcla		40% Poliestireno extruido						
Material	Cantidad en m3	Volumen de un ladrillo en m3	Cantidad de material para un molde en m3	Peso específico	Cantidad de material para un ladrillo kg	Cantidad de material para un ladrillo con 5 % de desperdicio	N° ladrillos	Cantidad de material para 9 ladrillos en kg
Cemento	0.089	0.002808	0.00025	2970.00	0.74	0.776	9	6.98 kg
Agregado fino	0.221	0.002808	0.00062	2590.00	1.60	1.685	9	15.16 kg
Agregado grueso	0.321	0.002808	0.00090	2720.00	2.45	2.572	9	23.15 kg
Agua	0.210	0.002808	0.00059	1000.00	0.59	0.620	9	5.58 lt
Poliestireno extruido	0.147	0.002808	0.00041	24.00	0.0099	0.0104	9	0.09 kg
Dosificación en peso (cemento : agregado fino : agregado grueso : agua : poliestireno extruido)								
1 : 2.17 : 3.31 : 0.8 : 0.0134								

Figura 36. Dosificación para elaboración de los ladrillos de concreto

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA TÉCNICA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	Influencia en la aplicación del poliestireno extruido
TIPO	DISEÑO DE MEZCLA
FECHA	28/10/2021
AUTORES	Rivera Calle Danni , Vidaurre Salazar Gerson
NTP	ACI COMITÉ 211

Diseño de mezcla para un concreto $f'c = 102 \text{ kg/cm}^2$

Cemento

Marca:	Pacasmayo
Tipo:	MS Antisaltre
Peso específico:	2.97 g/cm ³

Agua

Se utilizará agua potable de Curumuy	
Peso específico	1000 kg/m ³

Propiedades físicas de los agregados

Descripción	Agregado Fino Agregado Grueso (Arena Gruesa)(Piedra Chancada)	
	Cerro Mocho	Sojo
Cantera		
Humedad	% 0.2	0.1
Absorción	% 0.70%	0.84%
Tamaño máximo nominal	"	1/2
Módulo de fineza	2.86	
Peso específico de la masa	g/cm ³ 2.59	2.72
Peso unitario suelto	kg/m ³ 1497	1533
Peso unitario compactado	kg/m ³ 1713	1602

Dosificación en peso por m³

Detalle	Cemento		A fino		A grueso		Agua
Material	263.23	kg	952.36	kg	872.36	kg	210.20 lt
Dosificación	1.00	:	3.62	:	3.31	:	0.80

Figura 37. Diseño de mezcla

Fuente: Ensayo de laboratorio

		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
<u>FICHA TÉCNICA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS</u>				
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:		Influencia en la aplicación del poliestireno extruido en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, Piura - 2021.		
TIPO DE ENSAYO		Ensayo de Absorción		
FECHA		28/10/2021		
AUTORES		Rivera Calle Danni , Vidaurre Salazar Gerson		
NTP		NTP 399.601 y NTP 399.604		
Absorción del poliestireno extruido				
Grupo	Muestra N°	Peso seco gr	Peso saturado gr	Absorción %
XPS	1	0.0750	0.07520	0.27
	2	0.0740	0.07430	0.41
	3	0.0760	0.07617	0.22
Promedio		0.0750	0.07522	0.30

Figura 38. Absorción del poliestireno extruido

Fuente: Ensayo de laboratorio



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA TÉCNICA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	Influencia en la aplicación del poliestireno extruido en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, Piura				
TIPO DE ENSAYO	DENSIDAD DEL POLIESTIRENO EXTRUIDO				
FECHA	28/10/2021				
AUTORES	Rivera Calle Danni , Vidaurre Salazar Gerson				
NTP	NTP 399.604				
Grupo	Muestra N°	Peso recibido gr	Volumen del recipiente	Densidad kg/m3	Promedio Densidad kg/m3
XPS	1	0.070	0.00292	24.01	24.01
	2	0.070	0.00292	24.01	
	3	0.070	0.00292	24.01	
Promedio		0.070	0.00292	24.01	

Figura 39. Densidad del poliestireno extruido

Fuente: Ensayo de laboratorio

ANEXO 5

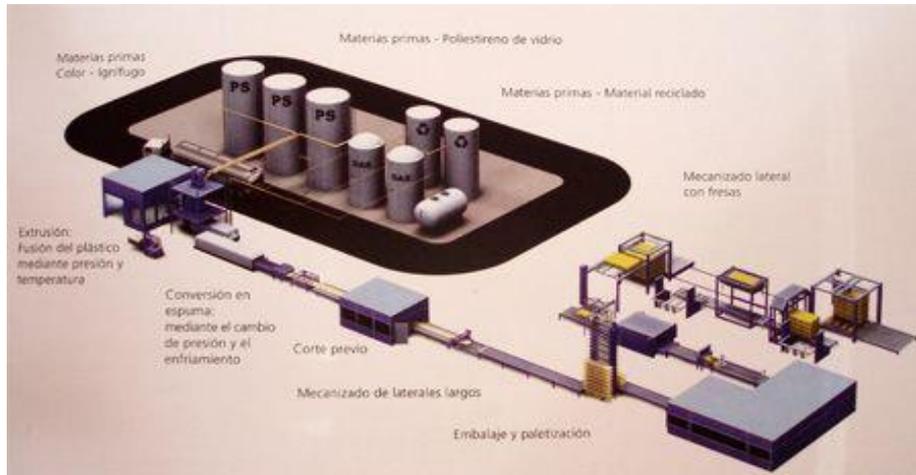
Figura 40. Planchas de espuma de poliestireno extruido para aislamiento térmico.



Fuente: Polifex (2012)

ANEXO 6

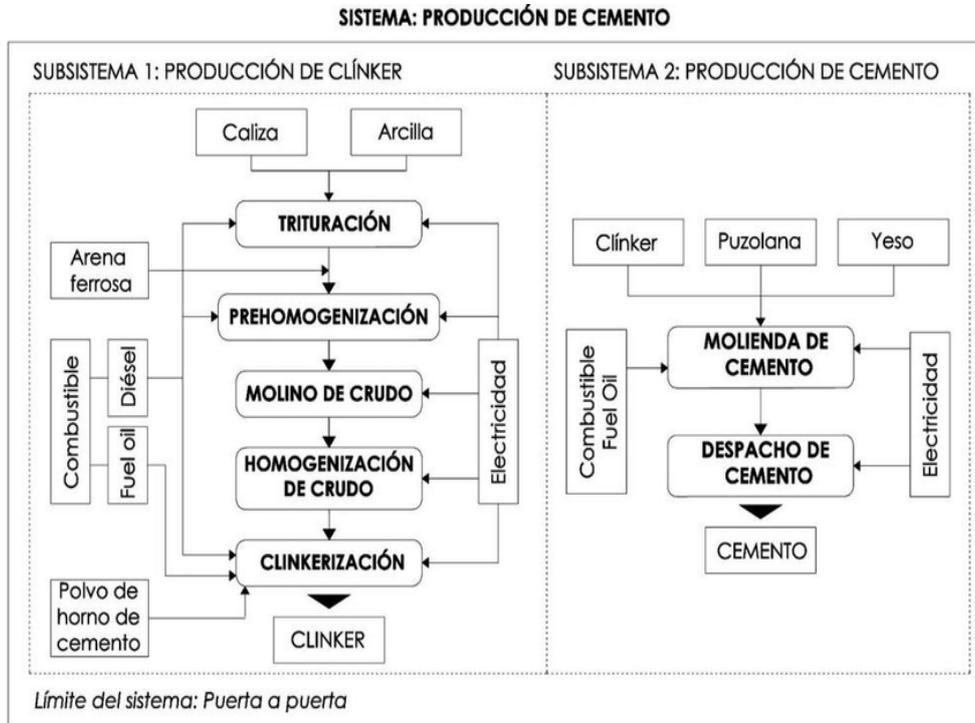
Figura 41. Proceso de producción del poliestireno extrusionado



Fuente: Polifex (2012)

ANEXO 7

Figura 42. Proceso de producción del cemento

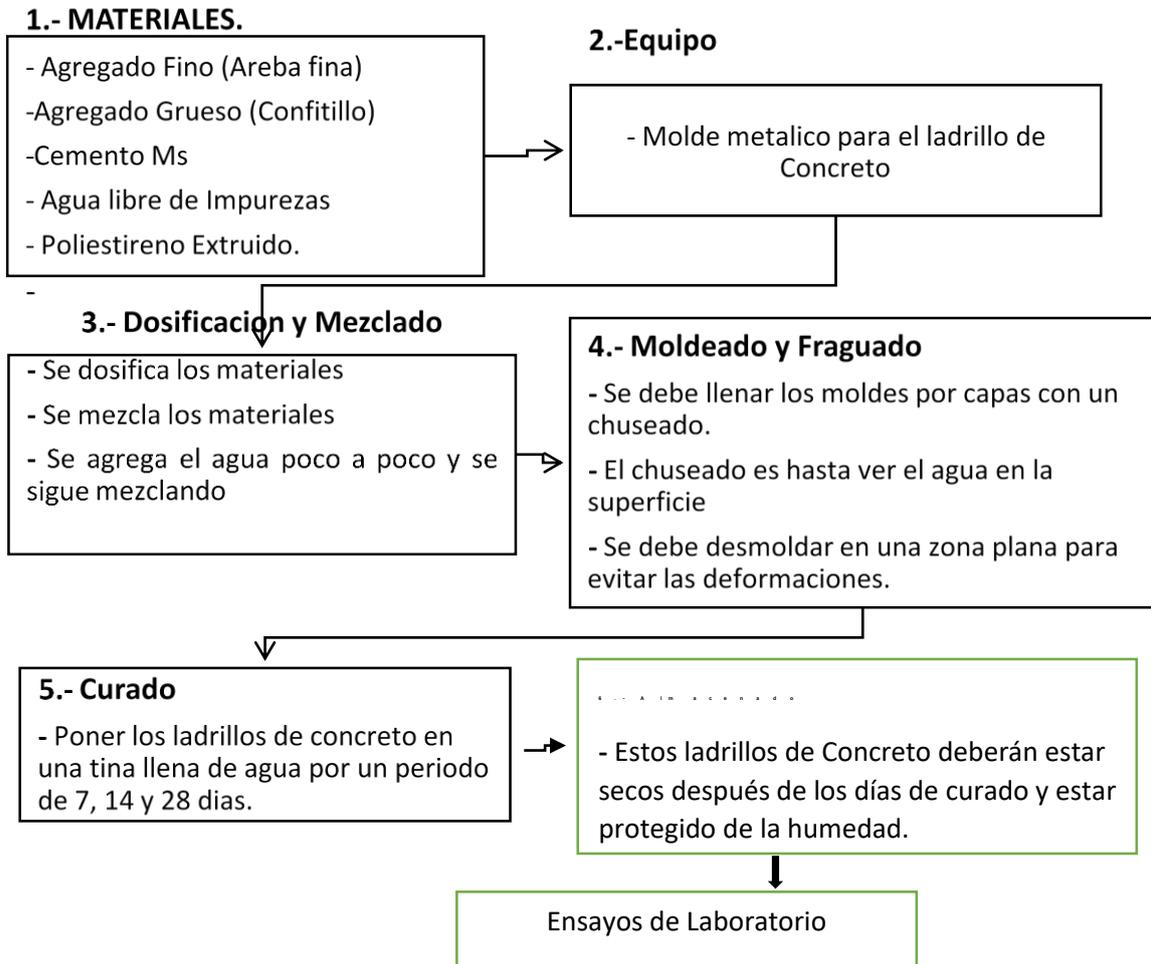


Fuente: Resaerch Gate (2020)

ANEXO 8

Figura 43. Proceso de elaboración del concreto

FLUJOGRAMA DE LA PRODUCCION



Fuente: elaboración propia

ANEXO 9
DIFERENCIA ENTRE XPS Y EPS

Tabla 54. *Diferencia entre XPS y EPS*

Características	Poliestireno extruído		Poliestireno expandido	
	Valores	Fuente	Valores	Fuente
Absorción del agua	0.30%	Ensayo	4.40%	Alvarez (2018)
Resistencia a la compresión min	1.06 - 7.04 kg/cm2	ASTM C578	0.36 a 4.22 kg/cm2	ASTM C578
Densidad	24 kg/m3	Ensayo	9.5 kg/m3	Alvarez (2018)
<i>Fuente:</i> Elaboración propia				

ANEXO 10
PRECIO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO

Tabla 55. Precio de los ladrillos de concreto

PRECIO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO						
Grupo	Descripción	Unidad	cantidad	P.U S/	Precio Parcial S/	Precio Total S/
Ladrillo Patrón	Cemento	Bls	18.26	26.00	474.79	686
	Arena	m3	1.08	40.00	43.37	
	Confitillo	m3	0.95	70.00	66.19	
	Agua	m3	0.62	2.93	1.82	
	Operario	hh	2.00	9.00	18.00	
	Peón	hh	4.00	6.50	26.00	
	Herramientas m	% mo	3.00		1.32	
	Mezcladora (m)	hm	2.00	15.00	30.00	
	Máquina de moldeado	hm	2.00	12.50	25.00	
Ladrillo con 20 % de XPS	Cemento	Bls	18.26	26.00	474.79	753
	Arena	m3	0.87	40.00	34.69	
	Confitillo	m3	0.95	70.00	66.19	
	XPS	kg	5.20	14.47	75.29	
	Agua	m3	0.62	2.93	1.82	
	Operario	hh	2.00	9.00	18.00	
	Peón	hh	4.00	6.50	26.00	
	Herramientas m	% mo	3.00		1.32	
	Mezcladora (m)	hm	2.00	15.00	30.00	
	Máquina de moldeado	hm	2.00	12.50	25.00	
Ladrillo con 40 % de XPS	Cemento	Bls	18.26	26.00	474.79	820
	Arena	m3	0.65	40.00	26.02	
	Confitillo	m3	0.95	70.00	66.19	
	XPS	Kg	10.41	14.47	150.58	
	Agua	m3	0.62	2.93	1.82	
	Operario	hh	2.00	9.00	18.00	
	Peón	hh	4.00	6.50	26.00	
	Herramientas m	% mo	3.00		1.32	
	Mezcladora (m)	hm	2.00	15.00	30.00	
	Máquina de moldeado	hm	2.00	12.50	25.00	
Fuente: Elaboración propia						

ANEXO 11

CERTIFICADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



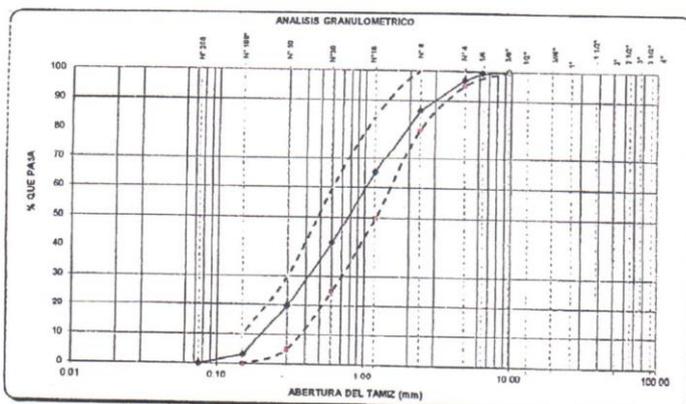
INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA APLICACION DE POLIESTIRENO EXTRUIDO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO	
SOLICITA	RIVERA CALLE DANNI TERESA - VIDAURRE SALAZAR GERSON ANDERSON	FECHA DE INFORME: 24 DE ENERO DEL 2024

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO (NTP 400.012)

CANTERA	CERRO MOCHO
MUESTRA	M - 1
MATERIAL	ARENA GRUESA

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	MINIMO (%)	MAXIMO (%)	
4"	100							PESO INICIAL (g) 250.00
3 1/2"	90							CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 0.2
3"	75							TAMANO MAXIMO (") -
2 1/2"	63							GRAVA (Pasa 3", retiene N°4) (%) 2.9
2"	50							ARENA (Pasa N°4, retiene N°200) (%) 97.1
1 1/2"	37.5							ASISTENTE N° 200 (%) 0.0
1"	25.0							LIMITE LIQUIDO 0
3/4"	19.0							LIMITE PLASTICO 0
1/2"	12.5							INDICE DE PLASTICIDAD 0
3/8"	9.5	0.00	0.0	0.0	100.0	100	100	MODULO DE FINEZA 2.66
1/4"	6.3	1.45	0.6	0.6	99.4			OBSERVACIONES
N° 4	4.75	5.69	2.4	2.9	97.1	95	100	
N° 8	2.36	29.87	10.3	13.3	80.7	80.0	100.0	
N° 16	1.18	53.23	21.3	34.6	65.4	50.0	85.0	
N° 30	0.600	59.99	24.0	58.6	41.4	25.0	60.0	
N° 50	0.300	54.02	21.8	80.2	19.8	5.0	30.0	
N° 100	0.150	41.51	16.6	98.8	3.2	0.0	10.0	
N° 200	0.075	6.03	3.2	100.0	0.0			
BANDEJA		0.01	0.0	100.0	0.0			



Observacion: material proporcionado por el solicitante



Cel. 945515326 – RUC: 20607462756

DWIGHT SMITH GONZAGA LABAN
 ING. CIVIL JEFE
 Reg. CIP. N° 256838
 LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



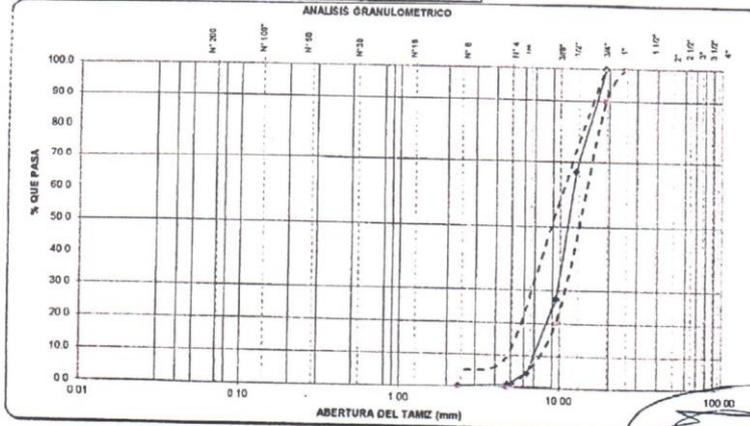
INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE POLIESTIRENO EXTRUIDO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO	
SOLICITA	RIVERA CALLE DANNI TERESA - VIDAURRE SALAZAR GERSON ANDERSON	FECHA DE INFORME : SEPTIEMBRE DEL 2021

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.012)

CANTEIRA	OOJO
MUESTRA	M - 1
MATERIAL	PIEDRA CHANCADA

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	MINIMO (%)	MAXIMO (%)	
4"	100							PESO INICIAL (g) 6.020.00
3 1/2"	90							CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 0.10
3"	75							TAMAÑO MAXIMO (") 3 1/4"
2 1/2"	63							TAMAÑO MAXIMO NOMINAL (") 1/2"
2"	50							BOLEOS (Mayor 3") (%) 0.0
1 1/2"	37.5							GRAVA (Pasa 3", retiene N°4) (%) 98.8
1"	25.0					100	100	ARENA (Pasa N°4, retiene N°200) (%) 0.0
3/4"	19.0	0.0	0.0	0.0	100.0	90	100	PASANTE N° 200 (%) 0.4
1/2"	12.5	1976.0	32.8	32.8	67.2			OBSERVACIONES
3/8"	9.5	2400.0	39.9	72.7	27.3	20	55	
1/4"	6.3	1365.0	22.7	95.4	4.6			
N° 4	4.75	209.0	3.5	98.6	1.2	0	10	
N° 8	2.36	42.1	0.7	99.5	0.5	0	5	
N° 16	1.10							
N° 30	0.600							
N° 50	0.300							
N° 100	0.150							
N° 200	0.075	4.2	0.1	99.6	0.4			
BANDEJA		23.7	0.4	100.0	0.0			



Observacion: material proporcionado por el solicitante



Cel. 945515326 – RUC: 20607462756

DWIGHT SMITH GONZAGA LABAN
 ING. CIVIL JEFE
 Reg. CIP. N° 250630
 LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE POLIESTIRENO EXTRUIDO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO	
SOLICITA	RIVERA CALLE DANNI TERESA - VIDAURRE SALAZAR GERSON ANDERSON	FECHA DE INFORME: SETIEMBRE DEL 2021

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS (NTP 400.017)

CANTERA	FERRO MOCHO
MATERIAL	ARENA GRUESA

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO SUELTO

IDENTIFICACION	Peso de la Muestra (gr)			VOL. MOLDE (cm ³)	PROMEDIO (gr/cm ³)
	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3		
ARENA GRUESA	3157	3155	3143	2105	1.497

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO VARILLADO

IDENTIFICACION	Peso de la Muestra (gr)			VOL. MOLDE (cm ³)	PROMEDIO (gr/cm ³)
	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3		
ARENA GRUESA	3605	3601	3610	2105	1.713

Observacion:

- 1 - La muestra ha sido proporcionada por el solicitante
- 2 - Material zarandeado en el Laboratorio
- 3 - Los datos de identificación de la muestra y del proyecto han sido proporcionados por el solicitante siendo responsabilidad de este la veracidad de los mismos


DANIEL IPANAQUE OLIVA
 TECNICO SUELOS CONCRETO Y ALFASTO
 LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO
 DE SUELOS Y ASFALTO




DWIGHT SMITH GONZAGA LABAN
 ING. CIVIL JEFE
 REG. PROF. N° 250638
 LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO DE SUELOS Y ASFALTO

Cel. 945515326 - RUC: 20607462756



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE POLIESTIRENO EXTRUIDO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO	
SOLICITA	RIVERA CALLE DANNI TERESA - VIDAUURRE SALAZAR GERSON ANDERSON	FECHA DE INFORME: SETIEMBRE DEL 2021

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZANDO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO

CANTERA	CERRO MOCHO
MATERIAL	ARENA GRUESA

AGREGADO FINO (NTP 400 022)		1	2	
DETERMINACION N°				
A	Peso del frasco mas agua aforado (gr)	666.91	666.90	
B	Peso de la muestra seca la horno (gr)	245.37	245.30	
C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	250.00	250.00	
D	Peso del frasco mas agua mas muestra aforado (gr)	820.83	820.00	PROMEDIO
Pem	Peso especifico de masa seca	$B/(C-D-A)$ gr/cm ³	2.59	2.59
PeSSS	Peso especifico de masa saturada superficialmente seca	$C/(C-(D-A))$ gr/cm ³	2.60	2.60
Pea	Peso especifico aparente	$B/(D-A)$ gr/cm ³	2.63	2.63
Ab	absorcion de agua	$100(B-D)/B$ %	0.7	0.7

Observacion:

- 1 - La muestra ha sido proporcionada por el solicitante
- 2 - Material zarandeado en el Laboratorio
- 3 - Los datos de identificación de la muestra y del proyecto han sido proporcionados por el solicitante, siendo responsabilidad de este la veracidad de los mismos


DANIEL IRUJO OLIVA
 TECNICO SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 LABORATORIO DE GEOTECNICO Y MECANICA
 DE SUELOS Y ASFALTO




DWIGHT S. GONZAGA LABAN
 ING. CIVIL JEFE
 Reg. CIP. N° 250698
 LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

Cel. 945515326 – RUC: 20607462756



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA APLICACION DE POLIESTIRENO EXTRUIDO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO	
SOLICITA	RIVERA CALLE DANNI TERESA VIDAUURRE SALAZAR GERSON ANDERSON	FECHA DE INFORME: SETIEMBRE DEL 2021

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS (NTP 400 017)

CANTERA	SOLO
MATERIAL	PIEDRA CHANCADA

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO SUELTO

IDENTIFICACION	Peso de la Muestra (gr)			VOL. MOLDE (cm ³)	PROMEDIO (gr/cm ³)
	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3		
GRAVA REDONDEADA	3220	3228	3230	2105	1.533

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO VARILLADO

IDENTIFICACION	Peso de la Muestra (gr)			VOL. MOLDE (cm ³)	PROMEDIO (gr/cm ³)
	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3		
GRAVA REDONDEADA	3367	3372	3378	2105	1.602

Observacion:

- 1.- La muestra ha sido proporcionada por el solicitante
- 2.- Material almacenado en el Laboratorio
- 3.- Los datos de identificación de la muestra y del proyecto han sido proporcionados por el solicitante, siendo responsabilidad de esta veracidad de los mismos

DANIEL IPANAQUE OLIVA
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ALFARDO
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO
DE SUELOS Y ASFALTO



DWIGHT SMITH ANZACA LABAN
ING. CIVIL
Reg. CIP. N° 250638
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

Cel. 945515326 – RUC: 20607462756



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE POLIESTIRENO EXTRUIDO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO	
SOLICITA	RIVERA CALLE DANNI TERESA - VIDAURRE SALAZAR GERSON ANDERSON	FECHA DE INFORME: SETIEMBRE DEL 2021

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZANDO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO

CANTERA	: SOJO
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA

AGREGADO GRUESO (NTP 400 021)						
DETERMINACION N°		661 97	662 09			
A	Peso de la muestra seca en el horno (gr)	248 37	248 30			
B	Peso de la muestra saturada superficialmente seca al aire (gr)	250 69	250 19			
C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca sumergida (gr)	820 53	821 59	PROMEDIO		
P _{em}	Peso específico de masa seca	A/(B-C)	gr/cm ³	2 70	2 74	2 72
P _{eSS}	Peso específico de masa saturada superficialmente seca	B/(B-C)	gr/cm ³	2 72	2 76	2 74
P _{ea}	Peso específico aparente	A/(A-C)	gr/cm ³	2 77	2 80	2 78
A _h	absorción de agua	((B-A)*100)/A	%	0 8	0 8	0 8

Observación:

- 1 - La muestra ha sido proporcionada por el solicitante
- 2 - Material zarandeado en el Laboratorio
- 3 - Los datos de identificación de la muestra y del proyecto han sido proporcionados por el solicitante siendo responsabilidad de esto la veracidad de los mismos

[Signature]
DANIEL IPARRAQUE OLIVA
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ALFARDO
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO
DE SUELOS Y ASFALTO

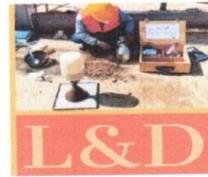


[Signature]
DWAYNE SANCHEZ GONZALEZ LABAN
ING. CIVIL
Reg. CIP. N° 250638
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO DE SUELOS Y ASFALTO

Cel. 945515326 – RUC: 20607462756



LABORATORIO DE ENSAYOS DE
MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE POLIESTIRENO EXTRUIDO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO	
SOLICITA	RIVERA CALLE DANNI TERESA - VIDAURRE SALAZAR GERSON ANDERSON	FECHA DE INFORME : 28 DE SETIEMBRE DEL 2021

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN Y DENSIDAD DEL POLIESTIRENO EXTRUIDO
(NTP 339.613-399.604)

Absorción del poliestireno extruido				
Material	Muestra N°	Peso seco gr	Peso saturado gr	Absorción %
XPS	1	0.0750	0.07620	0.27
	2	0.0740	0.07430	0.41
	3	0.0760	0.07617	0.22
Promedio		0.0750	0.07522	0.30

Desidad del poliestireno extruido					
Material	Muestra N°	Peso recibido gr	Volumen del recipiente m3	Densidad kg/m3	Promedio Densidad kg/m3
XPS	1	0.070	0.00292	24.01	24.01
	2	0.070	0.00292	24.01	
	3	0.070	0.00292	24.01	
Promedio		0.070	0.00292	24.01	24

Observaciones:

Defectos en el espécimen, ninguno.

Muestreo realizado por el solicitante


DANIEL IPANAQUE OLIVA
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ALFASO
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO
DE SUELOS Y ASFALTO




DWIGLIO GONZALEZ LABAN
ING. CIVIL JEFE
Reg. CIP. N° 250638
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

Cel. 945515326 – RUC: 20607462756



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE POLIESTIRENO EXTRUIDO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO	
SOLICITA	RIVERA CALLE DANNI TERESA - VIDAURRE SALAZAR GERSON ANDERSON	FECHA DE INFORME : 29 DE SETIEMBRE DEL 2021

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
(MÉTODO ACI DEL COMITÉ 211)

Diseño de mezcla para un concreto $f_c = 102 \text{ kg/cm}^2$

Cemento	
Marca:	Pacasmayo
Tipo:	MS Antisaltre
Peso específico:	2.97 g/cm ³

Agua	
Se utilizará agua potable de Curumuy	
Peso específico	1000 kg/m ³

Descripción	Unidad	Propiedades físicas de los agregados	
		Agregado Fino (Arena Gruesa)	Agregado Grueso (Piedra Chancada)
Cantera		Cerro Mocho	Sojo
Humedad	%	0.2	0.1
Absorción	%	0.70%	0.84%
Tamaño máximo nominal	"		1/2
Módulo de fineza		2.86	
Peso específico de la masa	g/cm ³	2.59	2.72
Peso unitario suelto	kg/m ³	1497	1533
Peso unitario compactado	kg/m ³	1713	1802

Detalle	Dosificación en peso por m ³						
	Cemento		A fino		A grueso		Agua
Material	263.23	kg	952.36	kg	872.36	kg	210.20 lt
Dosificación	1.00	:	3.62	:	3.31	:	0.80

DANIEL IPANAQUE OLIVA
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO GEO TECNICO Y MECANICO
DE SUELOS Y ASFALTO

Cel. 945615326 - RUC: 20607462756



DWIGHT SANTIAGO GONZAGA LABAN
ING. CIVIL JEFE
Reg. C.O.T. 230638
LABORATORIO DE SUELOS Y MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE POLIESTIRENO EXTRUIDO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO	
SOLICITA	RIVERA CALLE DANNI TERESA - VIDAURRE SALAZAR GERSON ANDERSON	FECHA DE INFORME : 08 DE OCTUBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO
(NTP 399.604 Y NTP 399.613)

N° LADRILLO	IDENTIFICACION	FECHA ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	Esfuerzo maximo a la compresion (Kg/cm ²)	
								Unidad entera (Rue)	
1	PATRON	08/10/2021	24.05	13.00	8.97	312.65	31814.6	101.76	
2	PATRON	08/10/2021	24.10	13.05	9.00	314.51	29775.2	94.67	
3	PATRON	08/10/2021	24.10	13.10	9.05	315.71	31100.9	98.51	
PROMEDIO								98	

N° LADRILLO	IDENTIFICACION	FECHA ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	Esfuerzo maximo a la compresion (Kg/cm ²)	
								Unidad entera (Rue)	
1	20% POLIESTIRENO EXTRUIDO	08/10/2021	24.10	13.05	9.05	314.51	33650.1	106.99	
2	20% POLIESTIRENO EXTRUIDO	08/10/2021	24.15	13.05	9.03	315.16	32834.3	104.18	
3	20% POLIESTIRENO EXTRUIDO	08/10/2021	24.05	13.10	9.03	315.06	34261.9	108.75	
PROMEDIO								107	

N° LADRILLO	IDENTIFICACION	FECHA ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	Esfuerzo maximo a la compresion (Kg/cm ²)	
								Unidad entera (Rue)	
1	40% POLIESTIRENO EXTRUIDO	08/10/2021	24.10	13.10	9.05	315.71	26716.1	84.62	
2	40% POLIESTIRENO EXTRUIDO	08/10/2021	24.10	13.10	9.03	315.71	26512.2	83.98	
3	40% POLIESTIRENO EXTRUIDO	08/10/2021	24.00	13.10	9.10	314.40	27532.9	87.57	
PROMEDIO								85	

Rue : Resistencia a la compresion en unidad entera

Observaciones:

El ensayo se efectuó con unidades enteras
Defectos en el espécimen, ninguno.
Muestreo realizado por el solicitante

DANIEL IPANAQUE OLIVA
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO
DE SUELOS Y ASFALTO



Cel. 945515326 – RUC: 20607462756

DWIGHT SMITH GONZALEZ LABAN
JEFE
Reg. CIP. N° 250638
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE POLIESTIRENO EXTRUIDO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO	
SOLICITA	RIVERA CALLE DANNI TERESA - VIDAURRE SALAZAR GERSON ANDERSON	FECHA DE INFORME : 15 DE OCTUBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO
(NTP 399.604 Y NTP 399.613)

N° LADRILLO	IDENTIFICACION	FECHA ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	Esfuerzo maximo a la compresion (Kg/cm ²)	
								Unidad entera (Rue)	
1	PATRON	15/10/2021	24.00	13.03	9.00	312.72	32630.4	104.34	
2	PATRON	15/10/2021	24.03	13.12	8.95	315.27	31100.9	98.65	
3	PATRON	15/10/2021	24.02	13.00	9.00	312.26	30387.1	97.31	
PROMEDIO								100	

N° LADRILLO	IDENTIFICACION	FECHA ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	Esfuerzo maximo a la compresion (Kg/cm ²)	
								Unidad entera (Rue)	
1	20% POLIESTIRENO EXTRUIDO	15/10/2021	24.10	13.05	9.05	314.51	34160.0	108.61	
2	20% POLIESTIRENO EXTRUIDO	15/10/2021	24.15	13.05	9.03	315.16	34669.8	110.01	
3	20% POLIESTIRENO EXTRUIDO	15/10/2021	24.05	13.10	9.04	315.06	35689.5	113.28	
PROMEDIO								111	

N° LADRILLO	IDENTIFICACION	FECHA ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	Esfuerzo maximo a la compresion (Kg/cm ²)	
								Unidad entera (Rue)	
1	40% POLIESTIRENO EXTRUIDO	15/10/2021	24.05	13.15	9.00	316.26	28449.0	89.96	
2	40% POLIESTIRENO EXTRUIDO	15/10/2021	24.20	13.10	9.00	317.02	28551.6	90.06	
3	40% POLIESTIRENO EXTRUIDO	15/10/2021	24.05	13.10	9.10	315.06	27429.0	87.06	
PROMEDIO								89	

Rue : Resistencia a la compresion en unidad entera

Observaciones:

El ensayo se efectuó con unidades enteras
Defectos en el espécimen, ninguno.
Muestreo realizado por el solicitante

DANIEL IPANAQUE OLIVA
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ALFASO
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO
DE SUELOS Y ASFALTO



Cel. 945515326 – RUC: 20607462756

DWIGHT SANCHEZ GONZAGA LABAN
ING. CIVIL JEFE
Reg. CIP. N° 250638
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE POLIESTIRENO EXTRUIDO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO	
SOLICITA	RIVERA CALLE DANNI TERESA - VIDAURRE SALAZAR GERSON ANDERSON	FECHA DE INFORME : 29 DE OCTUBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO
(NTP 399.604 Y NTP 399.613)

N° LADRILLO	IDENTIFICACION	FECHA ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	Esfuerzo maximo a la compresion (Kg/cm ²)	
								Unidad entera (Rue)	
1	PATRON	29/10/2021	24.03	13.05	9.05	313.59	32426.5	103.40	
2	PATRON	29/10/2021	24.03	13.10	8.93	314.79	33400.3	106.10	
3	PATRON	29/10/2021	24.25	13.15	9.05	318.89	34771.8	109.04	
PROMEDIO								106	

N° LADRILLO	IDENTIFICACION	FECHA ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	Esfuerzo maximo a la compresion (Kg/cm ²)	
								Unidad entera (Rue)	
1	20% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	24.20	12.88	9.10	311.70	34771.8	111.56	
2	20% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	24.10	12.95	9.13	312.10	37626.9	120.56	
3	20% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	24.08	13.05	9.03	314.24	36709.2	116.82	
PROMEDIO								116	

N° LADRILLO	IDENTIFICACION	FECHA ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	Esfuerzo maximo a la compresion (Kg/cm ²)	
								Unidad entera (Rue)	
1	40% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	24.075	13.20	9.15	317.79	29469.0	92.73	
2	40% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	24.25	13.13	9.08	318.28	29617.0	93.05	
3	40% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	24.025	13.05	9.13	313.53	30223.0	96.40	
PROMEDIO								94	

Rue : Resistencia a la compresion en unidad entera

Observaciones:

El ensayo se efectuó con unidades enteras
Defectos en el espécimen, ninguno.
Muestreo realizado por el solicitante

DANIEL IPANAQUE OLIVA
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ALFASO
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO
DE SUELOS Y ASFALTO



DWIGHT SANCHEZ ZAGALABAN
ING. CIVIL JEFE
Reg. CIP. N° 250638
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

Cel. 945515326 – RUC: 20607462756



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE BONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE POLIESTIRENO EXTRUIDO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO	
SOLICITA	RIVERA CALLE DANNI TERESA - VIDAURRE SALAZAR GERSON ANDERSON	FECHA DE INFORME : 29 DE OCTUBRE DEL 2021

PORCENTAJE DE ABSORCION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO

(NTP 339.613-399.604)

Nº LADRILLO	IDENTIFICACION / MARCA	FECHA DE ENSAYO	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	% DE ABSORCION
1	LADRILLO PATRON	29/10/2021	6205	6270.0	1.05
2	LADRILLO PATRON	29/10/2021	6170	6220.0	0.81
3	LADRILLO PATRON	29/10/2021	5975	6025.0	0.84
PROMEDIO					0.90

Nº LADRILLO	IDENTIFICACION / MARCA	FECHA DE ENSAYO	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	% DE ABSORCION
1	20% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	6070	6115.0	0.74
2	20% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	5755	5800.0	0.78
3	20% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	5930	5975.0	0.76
PROMEDIO					0.76

Nº LADRILLO	IDENTIFICACION / MARCA	FECHA DE ENSAYO	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	% DE ABSORCION
1	40% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	5790	5825.0	0.60
2	40% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	5850	5890.0	0.68
3	40% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	5840	5874.0	0.58
PROMEDIO					0.62

Observaciones:

El ensayo se efectuó con unidades enteras

Defectos en el espécimen, ninguno.

Muestreo realizado por el solicitante

DANIEL IPANAQUE OLIVA
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ALFASTO
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO
DE SUELOS Y ASFALTO



DWIGHT SANTIAGO GONZAGA LABAN
ING. CIVIL JEFE
Reg. CIP. N° 250638
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

Cel. 945515326 – RUC: 20607462756



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE
MATERIALES**



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE POLIESTIRENO EXTRUIDO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO	
SOLICITA	RIVERA CALLE DANNI TERESA - VIDAURRE SALAZAR GERSON ANDERSON	FECHA DE INFORME : 29 DE OCTUBRE DEL 2021

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO

(NTP 339.613-399.604)

Grupo	Muestra de ladrillo	Largo mm	Ancho mm	Alto mm	Prom largo mm	Prom Ancho mm	Prom Alto mm
Medida Estandar					240.0	130.0	90.0
LADRILLO PATRÓN	1	242	131	89	240.3	130.5	90.5
		240	132	91			
		240	129	91			
		239	130	91			
	2	240	131	90	240.3	131.0	89.3
		240	131	89			
		240	131	89			
		241	131	89			
	3	243	132	92	242.5	131.5	90.5
		243	132	92			
		242	132	89			
		242	130	89			
Promedio					241.0	131.0	90.1
Variación en Porcentaje					-0.42%	-0.77%	-0.09%

Grupo	Muestra de ladrillo	Largo mm	Ancho mm	Alto mm	Prom largo mm	Prom Ancho mm	Prom Alto mm
Medida Estandar					240.0	130.0	90.0
LADRILLO 20 % XPS	1	242	129	91	242.0	128.8	91.0
		242	128	91			
		242	128	91			
		242	130	91			
	2	241	129	91	241.0	129.5	91.3
		241	129	91			
		241	129	91			
		241	131	92			
	3	241	130	92	240.8	130.5	90.3
		242	130	90			
		240	132	88			
		240	130	91			
Promedio					241.3	129.6	90.8
Variación en Porcentaje					-0.52%	0.32%	-0.93%

DANIEL IRANAQUE OLIVA
TECNICO SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA
DE SUELOS Y ASFALTO

Cel. 945515326 – RUC: 20607362716



DWIGHT SMITH GONZALEZ LABAN
INGENIERO JEFE
REG. CIP. N° 250638
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Grupo	Muestra de ladrillo	Largo mm	Ancho mm	Alto mm	Prom largo mm	Prom Ancho mm	Prom Alto mm
	Medida Estandar				240.0	130.0	90.0
LADRILLO 40 % XPS	1	241	133	92	240.8	132.0	91.5
		241	132	91			
		241	133	91			
		240	130	92			
	2	242	133	01	242.5	131.3	90.8
		242	130	89			
		243	129	92			
		243	133	91			
		240	131	02			
	3	241	132	93	240.3	130.5	91.3
		240	129	90			
		240	130	90			
Promedio					241.2	131.3	91.2
Variación en Porcentaje					-0.49%	-0.96%	-1.30%

Observaciones:

El ensayo se efectuó con unidades enteras

Defectos en el espécimen, ninguno.

Muestreo realizado por el solicitante

Daniel Iranaque Oliva
DANIEL IRANAQUE OLIVA
 TECNICO SUELOS, CONCRETO Y ALFASO
 LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO
 DE SUELOS Y ASFALTO



Dwight Smith Anzaga Laban
DWIGHT SMITH ANZAGA LABAN
 JEFE
 Reg. CIP. N° 230638
 LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE POLIESTIRENO EXTRUIDO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO	
SOLICITA	RIVERA CALLE DANNI TERESA - VIDAURRE SALAZAR GERSON ANDERSON	FECHA DE INFORME : 29 DE OCTUBRE DEL 2021

ALABEO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO
(NTP 339.613-399.613)

Alabeo del ladrillo patrón						
Grupo	Muestra de ladrillo	Cara superior mm		Cara inferior mm		Promedio mm
Concavidad						
Ladrillo patrón	1	5	0	2	2	2.3
	2	0	2	5	5	3.0
	3	3	4	0	0	1.8
Promedio						2.3
Convexidad						
Ladrillo patrón	1	0	5	0	0	1.3
	2	5	0	0	0	1.3
	3	0	0	4	5	2.3
Promedio						1.6

Alabeo del ladrillo con 20 % de poliestireno extruido						
Grupo	Muestra de ladrillo	Cara superior mm		Cara inferior mm		Promedio mm
Concavidad						
Ladrillo 20% XPE	1	3	5	0	0	2.0
	2	0	5	3	5	3.3
	3	0	0	4	4	2.0
Promedio						2.4
Convexidad						
Ladrillo 20% XPE	1	0	0	3	3	1.5
	2	5	0	0	0	1.3
	3	5	5	0	0	2.5
Promedio						1.8

DANIEL IPANAQUE OLIVA
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ALPASTO
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO
DE SUELOS Y ASFALTO



DWIGHT SANCHEZ GONZAGA LABAN
INGENIERO CIVIL JEFE
Reg. CIP. N° 250638
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

Cel. 945515326 – RUC: 20607462756



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alabeo del ladrillo con 40 % de poliestireno extruido					
Grupo	Muestra de ladrillo	Cara superior mm	Cara inferior mm		Promedio mm
Concavidad					
Ladrillo 40% XPE	1	1	0	5	2.8
	2	2	2	0	2.3
	3	0	2	5	2.5
Promedio					2.5
Convexidad					
Ladrillo 40% XPE	1	0	5	0	1.3
	2	0	0	5	1.3
	3	5	0	0	1.3
Promedio					1.3

Observaciones:

El ensayo se efectuó con unidades enteras

Defectos en el espécimen, ninguno.

Muestreo realizado por el solicitante



DANIEL IPANAQUE OLIVA
TECNICO SUELOS, CONCRETO Y ALFASO
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO
DE SUELOS Y ASFALTO





DWIGHT SMITH GONZAGA LABAN
ING. CIVIL UJFPE
Reg. CIP. N° 250638
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE POLIESTIRENO EXTRUIDO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO	
SOLICITA	RIVERA CALLE DANNI TERESA - VIDAURRE SALAZAR GERSON ANDERSON	FECHA DE INFORME : 29 DE OCTUBRE DEL 2021

PESO UNITARIO O DENSIDAD DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO (NTP 339.813-399.604)

Nº LADRILLO	IDENTIFICACION / MARCA	FECHA DE ENSAYO	PESO SECO KG	PESO SATURADO KG	PESO SUMERGIDO KG	DENSIDAD KG/M3
1	LADRILLO PATRON	29/10/2021	6.21	6.27	3.52	2256.36
2	LADRILLO PATRON	29/10/2021	6.17	6.22	3.48	2251.82
3	LADRILLO PATRON	29/10/2021	5.98	6.03	3.42	2293.67
PROMEDIO					PROMEDIO	2267

Nº LADRILLO	IDENTIFICACION / MARCA	FECHA DE ENSAYO	PESO SECO KG	PESO SATURADO KG	PESO SUMERGIDO KG	DENSIDAD KG/M3
1	20% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	6.07	6.12	3.22	2096.72
2	20% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	5.76	5.80	3.20	2213.46
3	20% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	5.93	5.98	3.19	2129.26
PROMEDIO					PROMEDIO	2146

Nº LADRILLO	IDENTIFICACION / MARCA	FECHA DE ENSAYO	PESO SECO KG	PESO SATURADO KG	PESO SUMERGIDO KG	DENSIDAD KG/M3
1	40% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	5.79	5.83	2.94	2006.93
2	40% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	5.85	5.89	2.97	2003.42
3	40% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	5.84	5.87	2.96	2004.12
PROMEDIO					PROMEDIO	2005

Observaciones:

El ensayo se efectuó con unidades enteras.
Defectos en el espécimen, ninguno.
Muestreo realizado por el solicitante


DANIEL IPANAQUE OLIVA
TECNICO SUELOS, CONCRETO Y ALFASTO
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA
DE SUELOS Y ASFALTO

Cel. 945515326 – RUC: 20607462756




DWAYT SMITH GONZAGA LABAN
ING. CIVIL JEFE
Reg. C.M. N° 250638
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE
MATERIALES**



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE POLIESTIRENO EXTRUIDO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO	
SOLICITA	RIVERA CALLE DANNI TERESA - VIDAURRE SALAZAR GERSON ANDERSON	FECHA DE INFORME : 29 DE OCTUBRE DEL 2021

PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO

(NTP 339.813-399.604)

N° LADRILLO	IDENTIFICACION / MARCA	FECHA DE ENSAYO	PESO RECIBIDO (g)	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	% DE HUMEDAD
1	LADRILLO PATRON	29/10/2021	6210.00	6205	6270.0	7.69
2	LADRILLO PATRON	29/10/2021	6173.00	6170	6220.0	6.00
3	LADRILLO PATRON	29/10/2021	5978.00	5975	6025.0	6.00
PROMEDIO						6.56

N° LADRILLO	IDENTIFICACION / MARCA	FECHA DE ENSAYO	PESO RECIBIDO (g)	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	% DE HUMEDAD
1	20% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	6072.00	6070	6115.0	4.44
2	20% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	5758.00	5755	5800.0	6.67
3	20% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	5933.00	5930	5975.0	6.67
PROMEDIO						5.93

N° LADRILLO	IDENTIFICACION / MARCA	FECHA DE ENSAYO	PESO RECIBIDO (g)	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	% DE HUMEDAD
1	40% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	5792.00	5790	5825.0	5.71
2	40% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	5852.00	5850	5890.0	5.00
3	40% POLIESTIRENO EXTRUIDO	29/10/2021	5842.00	5840	5874.0	5.88
PROMEDIO						5.53

Observaciones:

El ensayo se efectuó con unidades enteras

Defectos en el espécimen, ninguno.

Muestreo realizado por el solicitante

DANIEL IPANAQUE OLIVA
TECNICO SUELOS, CONCRETO Y ALFARTE
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO
DE SUELOS Y ASFALTO



DWIGHT SANTIAGO GONZAGA LABAN
ING. CIVIL JEFE
Reg. C.I.P. N° 250098
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

Cel. 945515326 – RUC: 20607462756

ANEXO 12

FICHA TÉCNICA DE CEMENTO



DESCRIPCIÓN

Cemento Portland Tipo MS(MH). Protege al concreto del salitre y al fierro de la corrosión. Además su diseño con moderado calor de hidratación, lo hace ideal para climas cálidos, disminuyendo las posibles formaciones de fisuras.



USOS

- Ideal para obras que requieren bajo calor de hidratación.
- Ideal para obras expuestas a la acción del sulfato.
- Ideal para obras cercanas a grandes fuentes de agua (mar, lagos, ríos, etc.)

ATRIBUTOS

Durabilidad

- Diseño premium con adiciones minerales y activas que garantiza un excelente desarrollo de resistencia a la compresión y una máxima protección contra los agente agresivos del suelo.

Moderado calor de hidratación

- Favorable para ser utilizado en climas cálidos o despachos masivos de concreto pre mezclado. En condiciones adecuadas de curado reduce el riesgo de fisuras y grietas.

Baja permeabilidad en el concreto

- Debido al diseño, en el contenido de adiciones, contribuye a la disminución de la permeabilidad del concreto garantizando la protección de las estructuras de fierro en obra.

Menor impacto ambiental

- Contribuye con el medio ambiente ya que utiliza adiciones que reducen la emisión de los gases de efecto invernadero en el proceso productivo de este cemento.

RECOMENDACIONES



Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.



Almacenar en pilas de menos de 10 sacos.

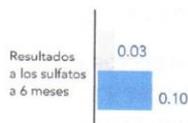


Utilizar agregados y materiales certificados y de buena calidad.



A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

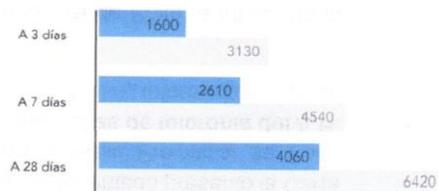
RESISTENCIA A LOS SULFATOS A 6 MESES



Expansión a los sulfatos (%)

- Resultado Promedio
- Requisito NTP334.082 / ASTM C1157

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



Resistencia a la compresión (PSI)

- Resultado Promedio
- Requisito NTP334.082 / ASTM C1157

Cemento Portland tipo MS(MH)

Requisitos Normalizados

NTP 334.082 / Resultado promedio de nuestros productos.



Propiedades Físicas

REQUISITOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
Contenido de aire del mortero (Volumen %)	12 máx.	6
Superficie específica (cm ² /g)	A	4820
Retenido M325 (%)	A	1.7
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.06
Contracción en autoclave (%)	0.20 máx.	0.00
Densidad (g/mL)	A	2.99
Resistencia a la compresión min. (MPa)		
1 día	A	9.3
3 días	11	22.3
7 días	18	32.5
28 días ⁽¹⁾	28	44.1
Tiempo de Fraguado, minutos, Vicat		
Inicial, no menor que:	45	155
Final, no mayor que:	420	279

Propiedades de desempeño

REQUISITOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
Expansión de la barra de mortero (%) ⁽²⁾	0.020 máx.	0.007
Resistencia a la expansión de sulfatos (%) a 6 meses ⁽³⁾	0.10 máx.	0.04
Calor de hidratación a 7 días (kcal/kg) ⁽⁴⁾	70 máx.	63

A No específica.

(1) Requisito opcional.

(2) Método de ensayo NTP 334.093

(3) Método de ensayo NTP 334.094

(4) Método de ensayo NTP 334.064

VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha y hora de envasado garantiza máxima frescura.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.082.2016.

Pacasmayo

ANEXO 13

FICHA TÉCNICA DEL POLIESTIRENO EXTRUÍDO



DESCRIPCIÓN

Foamular® es un aislamiento térmico de espuma rígida de poliestireno extruido en paneles manufacturados por el proceso H3, exclusivo de Owens Corning. Tiene una superficie lisa y una estructura de celdas cerradas con paredes que se interadieren unas con otras sin dejar huecos. El producto se fabrica en diferentes resistencias a la compresión para satisfacer todas las necesidades del constructor: 1.76 Kg/cm² (25 lb/in²), 2.81 Kg/cm² (40 lb/in²), 4.22 Kg/cm² (60 lb/in²) y 7.03 Kg/cm² (100 lb/in²).

VENTAJAS

Alta resistencia a la humedad y vapor. Por su exclusiva estructura de celdas cerradas no permite espacios por donde se filtre el agua. Además no favorece la condensación y es lavable y puede pintarse.

Valor R estable a largo plazo. Valor R típico de 5 +/- 10% por pulgada de espesor a una temperatura de 24°C (75°F). Resiste temperaturas de hasta 74°C (165°F).

Versátil: Muy ligero, fácil de cortar, manejar, instalar y almacenar. Alta resistencia a la compresión. Excelente estabilidad dimensional. Aspecto agradable.

Comportamiento al fuego: FOAMULAR® contiene un aditivo retardador de flama que inhibe la ignición del producto y no propaga el fuego.

USOS Y APLICACIONES

Debido a sus excelentes propiedades, FOAMULAR® es utilizado en una gran diversidad de aplicaciones, ya que se adapta a todos los sistemas constructivos de muros, techos y pisos.

Es compatible con sistemas de construcción tradicional de muros de bloque o ladrillo, muros de concreto y muros de bastidores metálicos o de madera. También su uso en pisos y bajo losas de concreto es excelente. De igual forma es ideal para sistemas de techos de concreto y metálicos, con sistemas de impermeabilización o debajo de acabados, por ejemplo tejas de barro. Asimismo con sistemas de cubiertas metálicas compuestas o sencillas. Debido a su gran diversidad de aplicaciones es considerado para aislar térmicamente: viviendas, bodegas y naves industriales, centros comerciales, restaurantes y hoteles, hospitales y laboratorios, frigoríficos y transportes refrigerados, así como también para naves de confinamiento de animales, principalmente aves y cerdos, en el sector agropecuario.

LIMITACIONES

FOAMULAR® se adapta a casi todas las aplicaciones donde la temperatura no supera los 74°C (165°F). Por lo que no se recomienda colocarlo en contacto con chimeneas, calefactores, tuberías de vapor y otras superficies que puedan alcanzar una temperatura mayor a los 74°C (165°F). Recuerde que el producto no debe quedar expuesto (sin acabado) en instalaciones exteriores. Para asegurar la calidad óptima de FOAMULAR®, durante el embarque, el almacenaje, la instalación y su uso, debe seguir todas las recomendaciones del fabricante.

PRESENTACIÓN

PRESENTACIÓN	ANCHO		LARGO		ESPESOR	
	cm	in	cm	in	cm	in
BORDE RECTO	122	48	244	96	1.905	*0.75
					2.54	1
TRASLAPE	122	48	244	96	3.81	1.5
					5.08	2
					6.35	2.5
					7.62	3
					10.16	4

*Espesor de 1.905 (0.75in) solo se fabrica con Bordes Rectos.
 †Disponible en largos especiales. Pregunte a tu asesor de ventas.

PROPIEDADES FÍSICAS

PROPIEDADES	PRODUCTO / VALORES			
	Método ASTM 2	Foamular 250/AGTEK	Foamular 400	Foamular 600
Conductividad térmica K W/m·K(Btu in/°F·h) máxima @ Temperatura media de 24 °C (75°F)	CS18 (0.20)	0.0288 (0.20)	0.0265 (0.20)	0.0288 (0.20)
Resistencia térmica R (Valor R) m ² ·K/W(°F·h/Btu) mínima @ Temperatura media de 24 °C (75°F)	CS18 (5.0)	0.88 (5.0)	0.85 (5.0)	0.88 (5.0)
Valor de resistencia a la compresión especificado mínima kg/cm ² (lb/in ²) ³	D1621	1.76 (23)	2.81 (40)	4.22 (60)
Valor de resistencia a la flexión kg/cm ² (lb/in ²) ⁴	C203	5.27 (50)	8.08 (60)	80.15 (75)
% de Absorción de agua por volumen ⁵	C272	0.30	0.30	0.30
Permeabilidad al vapor de agua perm ⁵	E96	1.50	1.10	1.10
Afinidad al agua	Hidrofóbico			
Capilaridad	Ninguna			
Estabilidad dimensional máxima % de variación	D2126	2.0	2.0	2.0
Propagación de la flama ^{7,8}	ES4/UL 723	5	5	5
Desarrollo de humo ^{7,8,9}	ES4/UL 723	45-175	45-175	45-175
% del Índice de oxígeno vol ⁷	D2863	24	24	24

¹Las propiedades que aquí señalamos se comprobaron en recientes pruebas de calidad del producto y representan valores de material con 2.54 cm (1in) de espesor. ²De acuerdo a lo referenciado en la especificación estándar ASTM C276. ³Valor de rendimiento a 10%. ⁴Valor de rendimiento a 5%. ⁵El valor real de permeabilidad al vapor de agua baja al aumentar el espesor. ⁶El uso de decimales en el valor que se indica es por el nivel de precisión del examen que se practica. ⁷Este procedimiento de laboratorio no incita ni desincentiva el peligro, que podría representarse este material en caso de incendio. ⁸Información certificada por Underwriters Laboratories Inc. U-197. ⁹La clasificación ASTM E 84 depende del espesor del producto, por eso demuestra un rango de valores. NOTA: Otros fabricantes similares publican valores R iniciales, con los cuales no se recomienda trabajar, pues se degradan al paso del tiempo, además de que su poca resistencia a la humedad abate, también, su valor R. Los valores mostrados son típicos y el cumplimiento ha sido avalado por un laboratorio externo.

NORMATIVIDAD

El Poliestireno extruido FOAMULAR® cumple con las siguientes normas y estándares:

ASTM C-578	Tipo IV	Tipo VI	Tipo VIII	ASTM C-578
FOAMULAR 250	X			- Underwriters Laboratories, INC. Certificado de clasificación U-197. - Reporte de códigos: BOCA 9071; ICBO 3628; SBCCI 8965.
FOAMULAR 400	X	X		- Cumple con los requisitos del boletín de uso de materiales HUD No 17 para revestimientos.
FOAMULAR 600	X	X	X	- Aprobado por los laboratorios de investigación de "Home Innovation" en el programa "NGBS Green Certified".

ANEXO 14

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO DE LABORATORIO



Equipos para Laboratorio de Ingeniería Civil: Suelo, Asfalto, Concreto, Agregado y Granulometría

CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM C- 1231

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Plato de retención maquinado: 6" diámetro.
Incluye un juego de almohadillas: 60 durómetros.
Marca de la almohadilla: FORNEY – USA.

NOMBRE DEL PRODUCTO: EQUIPO DE ECONOCAP DE 6"

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS311

SERIE DEL PRODUCTO: 245

FECHA: 08/01/2021



Calle 4, Mz. F1 Lt. 5 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 522 0723
© Cel: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
ventas@pys-pe / apozo@pys.pe
www.pys.pe

Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad

Product Certification

This is to Certify

that the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: ASTM C1231 D2000
ASTM T22
EN 933-8

PRODUCT DESCRIPTION: PAD CAP, 6 IN (15.2 CM), 60 DUROMETER

MODEL: LA-0149

DIAMETER: 6 IN

DATA: 08/01/2021



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s) which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



FORNEY

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148
Phone 724-346-7400 Fax 724-346-7408
email - sales@forneyonline.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of calibration

Número: 1405 / 21
Number:

INSTRUMENTO : PRENSA CONCRETO
Instrument

MARCA : PYS EQUIPOS
Manufacturer

MODELO : STYE-2000
Model

NÚMERO DE SERIE : 200709
Serial Number

RANGO DE MEDICION : 0 – 100.000 kgf
Measurement range

SOLICITANTE : ZURITA MACAS CINTHIA MERCEDES
Customer

DIRECCION : CALLE TACNA 125 CASTILLA PIURA
Address

CLASE DE PRECISION : 1
Accuracy

FECHA DE CALIBRACION : 08 – 01– 2021
Date of calibration

NUMERO DE PAGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: (CUATRO)
Number of pages of this certificate and documents attached

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de la organización que lo emite.

This certificate is an accurate record of the results of measurements performed. This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing organization.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. La organización que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

The result of this certificate refers to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing organization assumes no responsibility for damages ensuing from the misuse of the calibrated instruments.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.
The user is responsible for having the apparatus calibrated at appropriated intervals.

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Número: 1405 / 21

Certificate of calibration

Number:

OBJETO DE PRUEBA : PRENSA DE CONCRETO
 TRABAJO REALIZADO : CALIBRACIÓN
 METODO UTILIZADO : COMPARACIÓN DIRECTA
 SITIO DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN:

La MAQUINA descrita **CUMPLE** con los errores máximos tolerados en uso, según lo estipulado en la Norma ASTM E74-06 y se procedió a aplicar valores de carga indicadas en la página 4. El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga de celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

Error de Exactitud	-2.15	%	Error de cero	0	%
Error de Repetibilidad	0,59	%	Error por accesorios	—	%
Error de Reversibilidad	—	%	Resolución	0,100	%

De acuerdo con los datos anteriores y según la clasificación de la Norma internacional ISO 7500-1 la máquina de ensayos se encuentra clasificada

13 Escala 100.000 kgf Compresión Clase 1 Desde el 10% hasta el 100%

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of calibration

Número: 1405 / 21
Number:

TRAZABILIDAD:

PATRÓN DE CALIBRACIÓN	CELDA DE CARGA
Marca	PYS
Serie N°	91
Capacidad	200000 kg (nominal)
INDICADOR DIGITAL	HIWEIGH
Modelo	315-X5
Serie N°	0332565

La celda patrón empleada en la calibración mantiene la trazabilidad durante las mediciones realizadas a la máquina de ensayo ya que se encuentra trazada por el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Expediente: INF-LE 052-20

UNIDADES EMPLEADAS Sistema internacional de unidades

RECOMENDACIONES:

- 1- Es necesario implementar un programa de comprobación continua de la MAQUINA con patrones adecuados.
- 2- Se debe implementar un programa de aseo permanente para la MAQUINA. Esto con el fin de tratar de garantizar un correcto funcionamiento

FIRMAS AUTORIZADAS
Authorized signatures.

E.P.

Revisado por:
Eier Pozo S.
Dpto Metrologia

A. Castillo

Calibrado por:
Amed Castillo E.
Técnico



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL Y O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

PROTOCOLO DE CALIBRACIÓN

Prueba No. 1405-21

Fecha: 08/11/2021

MARCA: PYS EQUIPOS
 SOLICITANTE: ZURITA MACAS CINTHIA MERCEDES
 UBICACIÓN: LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS
 TIPO DE MAQUINA: PRENSA CONCRETO
 No. SERIE: 200709
 MODELO: STYE-2000
 CAPACIDAD MÁXIMA: 100000 kgf
 DIVISIONES: 100000
 DIVISIÓN DE ESCALA (d) = (e) = 0.1
 CARGA MÁXIMA: 120000 KGF

Lectura Máquina (Fi)			Lectura del patrón				PROMEDIO LECTURAS
			1(ASC)	2(ASC)	2(DESC)	3(ASC)	
%	kgf	kN	kN	kN	kN	kN	kN
10	10000	98.07	99.34	99.73	---	99.93	99.73
20	20000	196.13	200.35	200.55	---	200.45	200.45
30	30000	294.20	300.18	300.38	---	295.57	300.18
40	40000	392.26	400.31	400.50	---	400.60	400.50
50	50000	490.33	500.43	500.73	---	500.63	500.63
60	60000	588.39	600.27	600.46	---	600.56	600.46
70	70000	686.46	700.59	700.88	---	700.98	700.88
80	80000	784.52	800.52	800.71	---	800.91	800.71
90	90000	882.59	900.05	900.35	---	900.54	900.35
100	100000	980.65	1000.67	1000.87	---	1001.36	1000.87
Lectura máquina después de la fuerza			0	0	---	0	---

Lectura Máquina (Fi)			Cálculo de errores relativos				Resolución	Incertidumbre
			Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Acorrea		
%	kgf	kN	q(%)	b(%)	v(%)	acc(%)	a(%)	U(%)
10	10000	98.07	-1.67	0.59	---	---	0.100	0.436
20	20000	196.13	-2.15	0.10	---	---	0.050	0.248
30	30000	294.20	-1.99	1.60	---	---	0.033	1.278
40	40000	392.26	-2.06	0.07	---	---	0.025	0.245
50	50000	490.33	-2.06	0.06	---	---	0.020	0.243
60	60000	588.39	-2.01	0.05	---	---	0.017	0.242
70	70000	686.46	-2.06	0.06	---	---	0.014	0.243
80	80000	784.52	-2.02	0.05	---	---	0.012	0.242
90	90000	882.59	-1.97	0.05	---	---	0.011	0.242
100	100000	980.65	-2.02	0.07	---	---	0.010	0.244
Error de cero (o)			0	0	No aplica	0	No aplica	Con más de un punto

Calle 4, Mz Ft Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 ☎ Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe



“DOUBIDINA I A DEBODUONICIÓN TOTAL V/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E I R I

ANEXO 15
Panel fotográfico



Figura N° 44 Cemento
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 45 Confitillo
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 46. Arena
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 47 Poliestireno Extruido

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 48 Molde para el Ladrillo

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 49 Tamices

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 50 Medidores de agua
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 51 Horno
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 52 Proceso de Mesclado
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 53 Añadiendo Poliestireno Extruido

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 54 Proceso de Mezclado

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 55 Poniendo aceite a los moldes

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 56 Proceso de moldeado

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 57 Proceso de Humedad del XPS

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 58 Proceso de Humedad

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 59 Proceso de fraguado de los ladrillos de concreto
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 60 Ladrillo Patrón
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 61 Ladrillo con 20% de XPS
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 62 Ladrillo con 40% de XPS
Fuente: Elaboración propia



Figura N°63 Proceso de curado
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 64 Proceso de alabeo
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 65. Máquina de ensayo de resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 66. Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 67 Resistencia a compresión a los 14 días

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 68 Proceso a la compresión de 14 días

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 69 Proceso a la compresión de 28 días

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 70 Proceso a la compresión de 28 días

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 71 Plancha de poliestireno extruido

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 16

MDEDIDA ESTANDAR DE LADRILLOS KING KONG



Los ladrillos

Los ladrillos son las unidades con las cuales se levantan los muros y se aligera el peso de los techos.

Existen ladrillos de diferentes materiales: concreto, silicio calcáreos, etc., pero los más usados para una casa son los de arcilla. Éstos se obtienen por moldeo, secado y cocción a altas temperaturas de una pasta arcillosa.

Sus medidas son diversas y son fabricados de un tamaño que permita manejarlos con una mano. Sus dimensiones dependen del lugar donde van a ser colocados (muros, techos, etc.).

a. Ladrillo para Muros Portantes

Un muro portante soporta el peso de la estructura de una casa y resiste la fuerza de los sismos. Se les reconoce porque las viguetas* de los techos se apoyan transversalmente a ellos. Por esta razón, los ladrillos que se utilicen deben ser de muy buena calidad.

Los ladrillos para muros portantes se pueden clasificar en cinco tipos de acuerdo a su resistencia a la compresión (f_b). Así, tenemos desde el "Ladrillo I" que resiste 50 kg/cm² hasta el "Ladrillo V" que resiste 180 kg/cm².

En el siguiente cuadro, se muestra dicha clasificación, acompañada del tipo de ladrillo que comúnmente se usa para construir un muro.

CLASIFICACIÓN DE LOS LADRILLOS DE ACUERDO A SU RESISTENCIA

TIPO	DENOMINACIÓN	RESISTENCIA UNIDAD (kg/cm ²)
LADRILLO I	KING KONG ARTESANAL	50
LADRILLO II		60
LADRILLO III		80
LADRILLO IV	KING KONG INDUSTRIAL	130
LADRILLO V	KING KONG CONCRETO	180

Como se observa en el cuadro anterior, los ladrillos artesanales tienen una menor resistencia a los hechos en fábrica, por lo cual se recomienda el uso de estos últimos. El ladrillo con mayor resistencia es el King Concreto, que contiene cemento y agregados. Sin embargo, no es muy usado.

El ladrillo más conocido para la construcción de los muros portantes es el denominado "King Kong 18 huecos" (ver figura 28), cuyas dimensiones generalmente son:

- Alto : 9 cm (dimensión que más 1 cm de junta da 10 cm)
- Ancho : 13 cm (dimensión que más 2 cm de tarrajeo da 15 cm)
- Largo : 24 cm (dimensión que más 1 cm de junta da 25 cm)



Figura N° 72 Medida Estándar de Ladrillo King Kong

Fuente: Aceros Arequipa