

Estado de la publicación: No informado por el autor que envía

# DISEÑO ESTRUCTURAL EN VIVIENDA UNIFAMILIAR CON MUROS PORTANTES ADICIONANDO PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL CONCRETO: MUROS PORTANTES ADICIONANDO PERLAS DE POLIESTIRENO

Merlly Edith Sánchez Gago

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.10103>

Enviado en: 2024-09-26

Postado en: 2024-10-15 (versión 1)

(AAAA-MM-DD)

## DISEÑO ESTRUCTURAL EN VIVIENDA UNIFAMILIAR CON MUROS PORTANTES ADICIONANDO PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL CONCRETO

### STRUCTURAL DESIGN OF A SINGLE-FAMILY HOUSE WITH LOAD-BEARING WALLS WITH THE ADDITION OF POLYSTYRENE BEADS IN CONCRETE

### CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DE UMA MORADIA UNIFAMILIAR COM PAREDES ESTRUTURAIS ATRAVÉS DA ADIÇÃO DE ESFERAS DE POLIESTIRENO NO BETÃO

**Sánchez Gago Merlly Edith**

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0006-9258-223X>

**Correo electrónico:** [mesanchezga@ucvvirtual.edu.pe](mailto:mesanchezga@ucvvirtual.edu.pe)

Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Universidad César Vallejo, Lima – Perú.

#### RESUMEN

Los muros portantes se construyen para aumentar la resistencia de una vivienda, ya que les brindan firmeza y estabilidad. Su función principal es soportar y distribuir la carga de cada piso hacia la cimentación. El objetivo fue conocer las diferencias que existen entre los muros portantes adicionando perlas de poliestireno en el concreto. Se aplicó un enfoque cuantitativo, de naturaleza aplicada. La muestra consistió en dos calicatas y un murete de ladrillo, así como tres muretes de Tecnopor con dimensiones respectivas. Los resultados revelaron que el murete de ladrillos, conocido como M-1, soporta una carga máxima de 4900 kg y el murete de Tecnopor representado por M-2, alcanzó un rendimiento de 3500 kg, mientras que M-3 logró una carga máxima de 4500 kg, y M-4 obtuvo 1500 kg. Esto sugiere que M-1 soportó una mayor carga de peso. La M-1 tuvo un esfuerzo de corte de 4.9, M-2 registró un valor de 2.0, M-3 obtuvo 2.6, mientras que M-4 presentó 0.9. Esto sugiere que el muro M-1 experimentó un mayor esfuerzo de corte (Kg/cm<sup>2</sup>) y se desmoronó más rápidamente, mientras que el muro M-3 no colapsó, sino que solo presentó una rajadura diagonal y tardó más tiempo en desmoronarse.

**Palabras clave:** Muros portantes, perlas de poliestireno, albañilería, bloques de concreto.

#### ABSTRACT

Load-bearing walls are built to increase the resistance of a house, since they provide firmness and stability. Their main function is to support and distribute the load from each floor to the foundation. The objective was to determine the differences between load-bearing walls with the addition of polystyrene beads in the concrete. A quantitative approach, of an applied nature, was applied. The sample consisted of two test pits and a brick wall, as well as three Technopor walls with respective dimensions. The results revealed that the brick wall, known as M-1, supported a maximum load of 4900 kg and the Technopor wall represented by M-2, achieved a yield of 3500 kg, while M-3 achieved a maximum load of 4500 kg, and M-4 obtained 1500 kg. This suggests that M-1 withstood a higher weight load. M-1 had a shear stress of 4.9, M-2 recorded a value of 2.0, M-3 obtained 2.6, while M-4 presented 0.9. This suggests that the M-1 wall experienced a higher shear stress (Kg/cm<sup>2</sup>) and collapsed faster, while the M-3 wall did not collapse, but only presented a diagonal crack and took longer to collapse.

**Key Words:** Load-bearing walls, polystyrene beads, masonry, concrete blocks.

#### RESUMO

As paredes estruturais são construídas para aumentar a resistência de uma casa, proporcionando firmeza e estabilidade. A sua principal função é suportar e distribuir a carga de cada piso para a fundação. O objetivo foi determinar as diferenças entre paredes estruturais com a adição de esferas de poliestireno no betão. Foi aplicada uma abordagem quantitativa, de natureza aplicada. A amostra era constituída por dois poços de ensaio e uma parede de tijolo, bem como três paredes Technopor com as respectivas dimensões. Os resultados revelaram que a parede de tijolo, designada por M-1, suportou uma carga máxima de 4900 kg e a parede de Technopor, representada por M-2, atingiu um rendimento de 3500 kg, enquanto que M-3 atingiu uma carga máxima de 4500 kg e M-4 atingiu 1500 kg. Isto sugere que M-1 suportou uma carga de peso mais elevada. M-1 teve uma tensão de cisalhamento de 4,9, M-2 registou um valor de 2,0, M-3 obteve 2,6, enquanto M-4 teve 0,9. Isto

sugere que a parede M-1 sofreu uma maior tensão de corte ( $\text{Kg/cm}^2$ ) e colapsou mais rapidamente, enquanto a parede M-3 não colapsou, mas apenas apresentou uma fissura diagonal e demorou mais tempo a colapsar.

**Palavras-chave:** Paredes estruturais, esferas de poliestireno, alvenaria, blocos de betão.

## I. INTRODUCCIÓN

La producción global de poliestireno supera los 14 millones de toneladas según APME, y gran parte de este material suele terminar en vertederos, lo que representa un desafío considerable debido a la limitación de espacio en estos sitios. Por lo tanto, utilizar poliestireno expandido (EPS) reciclado como un reemplazo parcial del árido fino en la producción de concreto liviano con buenas propiedades térmicas sería una ventaja importante tanto para el medio ambiente como para la industria de la construcción (El-Gamal, Al-Jardani, Seddik, Abu y Al-Saidy, 2023).

El uso alternativo del poliestireno en el concreto ayudará a resolver estos problemas al reducir la necesidad de espacio para su disposición final, permitiendo un ciclo de vida más sostenible e incorporando nuevos programas de reciclaje del poliestireno expandido como parte del hormigón en la construcción de viviendas (Villa, Patiño, Mogrovejo y Bernal, 2023).

El concreto liviano que incluye poliestireno expandido ha sido una opción común desde hace muchos años en la construcción prefabricada, ya que ayuda a disminuir el peso estructural del material y proporciona un mejor aislamiento térmico y acústico (Prasittisopin, Termkhajornkit y Hoon, 2022). Las industrias se ven obligadas a convertir los residuos en materias primas valiosas, como el poliestireno, que es no biodegradable, para diversos usos. Esto incluye su reutilización en la fabricación de piezas prefabricadas para la construcción de viviendas (Carvajal, Aguirre, Valoyes y Arbeláez, 2022). Los sismos han causado daños en muchas estructuras, los cuales son difíciles de predecir, lo que obliga a mejorar los diseños estructurales para reducir las consecuencias del riesgo sísmico (Anco, Mamani y Cotrado, 2021).

Esta investigación se enfocó en mejorar el sistema estructural de los muros de carga, realizando un estudio de alta calidad que busca ofrecer mejores cualidades de aislamiento térmico y ser una opción rentable para los residentes. Debido a que este material no es conocido ni utilizado en las viviendas, su incorporación ayudará a generar y mejorar ideas sostenibles para el uso de poliestireno en sistemas de aislamiento de muros portantes. Esto podrá guiar a profesionales y estudiantes en la toma de decisiones al momento de desarrollar planes de construcción.

El diseño estructural de la casa asegura que los muros portantes puedan soportar su propio peso, el de sus ocupantes, y resistir sismos. De este modo, se protege tanto la vida de las personas como las inversiones de los propietarios (Ostaiza, Ormazá y Vanga, 2023). Las perlas de poliestireno son un polímero termoplástico con características como color transparente, peso ligero, procesabilidad en un rango amplio de temperaturas, alta resistencia y excelentes propiedades de aislamiento térmico (Jiménez, Pulgarín, Vásquez, Gómez, Granda e Hincapié, 2022).

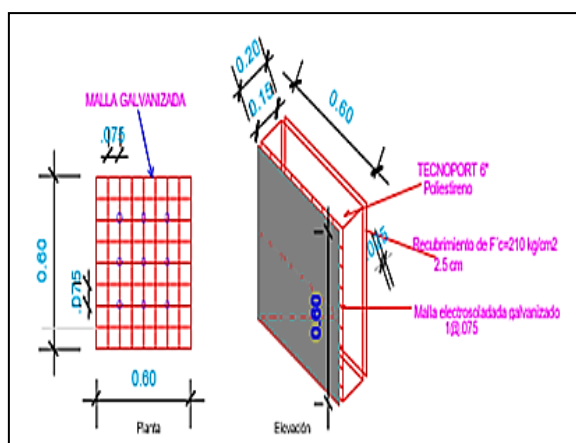


Fig. 1. Murete con bloque de Tecnopor.

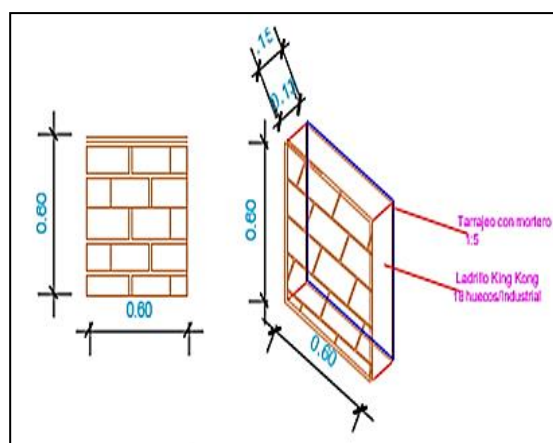


Fig. 2. Murete con ladrillo de albañilería.

La fabricación de concreto utilizando poliestireno extruido reciclado, previamente lavado con agua, y una mezcla que consiste en un 30% de agregado grueso y un 20% de agregado fino por poliestireno extruido, mejora la resistencia a la compresión del concreto. Esta práctica no solo optimiza el rendimiento del material, sino que también fomenta la sostenibilidad y la economía en la industria de la construcción (Andía y Erazo,2021).

Al comparar dos métodos de mezclado, se descubrió que un mezclado inicial antes de añadir el EPS mejora la homogeneización de las partículas. A los 28 días, se evaluaron diversas propiedades mecánicas, como la resistencia a la compresión, tracción y flexión, además del módulo elástico dinámico. Estas conclusiones destacan el potencial del EPS reciclado como una alternativa ecológica a la arena en morteros de enlucido, promoviendo prácticas de construcción más sostenibles y eficientes (Sousa, Pandolfi, Santos y Betania,2024).

En relación con el porcentaje de sustitución permitido por las normativas, la mezcla más adecuada es la mezcla 7, con un 25% de sustitución. Esta mezcla, que incluye escombros de ladrillo, bloques de hormigón y poliestireno expandido, cumple con los requisitos de resistencia necesarios para un panel prefabricado de pared. Estas recomendaciones aseguran una investigación exhaustiva sobre el comportamiento mecánico de hormigones con áridos reciclados y EPS en paneles prefabricados, promoviendo soluciones constructivas más sostenibles y eficientes (Lomas, Prieto, Terreros y Cobo,2022).

La mezcla de hormigón con poliestireno y restos de vidrio mejora las cualidades mecánicas del material, presentándose como un sustituto viable de los precursores tradicionales en la fabricación de hormigón. Estas recomendaciones destacan el potencial de incorporar residuos de vidrio en el hormigón con EPS, mejorando sus propiedades y fomentando la sostenibilidad en la construcción. (Carvajal, Aguirre, Valoyes y Arbeláez,2022).

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación aplicada se diseña para resolver problemas que afectan a individuos, grupos o la sociedad en general. Por ejemplo, en el campo de la construcción, una investigación aplicada podría enfocarse en desarrollar nuevos materiales de construcción que sean más sostenibles y rentables (Vásquez, Guanuchi, Cahuana, Vera y Holgado,2023).

Enfoque cuantitativo, ya que los datos se recopilan a partir de hipótesis basadas en mediciones numéricas y análisis estadísticos (Mohamed, Martel, Huayta, Rojas y Arias,2023). El diseño es experimental porque busca investigar las relaciones causales mediante el uso de métodos experimentales que permiten controlar los fenómenos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

### **Variable en estudio: Muros portantes**

**Definición conceptual:** Se basa en el análisis de una estructura combinada de vigas de acero y muros de hormigón, complementada con un estudio de mecánica de suelos (Orellana y Maldonado,2022).

### **Definición operacional:**

Sus dimensiones son: Características mecánicas del terreno, diseño de concreto, prototipo de viviendas, comparación de costo.

### **Variable en estudio: Perlas de poliestireno**

**Definición conceptual:** Es un material plástico derivado del poliestireno, utilizado principalmente en la construcción. Las perlas se distinguen por su baja absorción de agua y su alta resistencia al calor y al envejecimiento (Assaad, Mikhael y Hanna,2022).

### **Definición operacional:**

Sus dimensiones son la evaluación física, evaluación mecánica.

**Población.-** Fue en la Mza A y Lote 9 ubicado en la calle de San Martín, pasaje Aguirre; Distrito De San Luis - Cañete.

**Muestra.-** Se hizo 2 estudio de calicatas en la cual se realizó 1 murete de ladrillo 60.3 x 60.5cm elaborado con perlas de poliestireno y 3 muretes de Tecnopor con su respectiva dimensión: M-2 62.4 x 61.7cm, M-3 60.7x 61.5cm y la M-4 59.7x 60.8cm; el resultado fue obtenido del laboratorio de la UNI.

**Muestreo.-** Para este tipo de investigación fue no probabilístico en la cual fue evaluado mediante el juicio de expertos, quienes se basaron en las normativas establecidas por el investigador.

**Métodos.-** Se procedió a recolectar muestras de la estructura y realizar las pruebas de laboratorio pertinentes, empleando equipos como manuales especializados, herramientas, prensa hidráulica, básculas y otros instrumentos manuales. Los datos obtenidos para la planificación estructural de una vivienda unifamiliar se pueden transferir a modelos y programas de planificación, como Excel, entre otros. Los planos arquitectónicos se desarrollaron siguiendo las normativas establecidas, utilizando AutoCAD. El cálculo de costos y beneficios se realizó con el programa S10.

#### Detalle del procedimiento

Nos basamos al conocimiento empírico aportado por expertos y principalmente en las recomendaciones y requisitos dados en la E.60 y E.70 para construcción con bloques.



Fig. 3. Se hizo un murete de ladrillo.



Fig. 4. Se hizo 3 murete de Tecnopor.

**LABORATORIO N° 1. ENSAYO DE MATERIALES  
LOS MURETES FUERON COLOCADOS EN LA MÁQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL  
TOKYOKOKI SEIZOSHO**



Fig. 5. M-1 murete de ladrillo



Fig. 6. M- 2 Muretes de Tecnopor



Fig. 7. M - 3 Muretes de Tecnopor



Fig. 8. M - 4 Muretes de Tecnopor

**LOS MURETES LLEGARON A PRESENTAR FISURA Y DESPRENDIMIENTO**



Fig. 9. M-1 obtuvo una carga máxima (kg) 4900



Fig. 10. M-2 obtuvo una carga máxima (kg) 3500

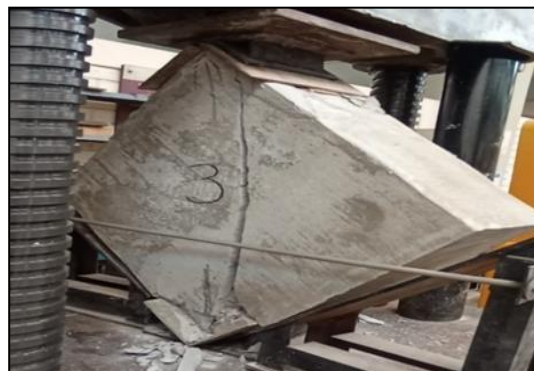


Fig. 11. M-3 obtuvo una carga máxima (kg) 4500



Fig. 12. M-4 Obtuvo una carga máxima (kg) 1500

### III. RESULTADOS

#### Muros portantes adicionando perlas de poliestireno

Tabla 1. Descripción de los muros portantes

Muestra	Carga máxima (Kg)
M-1 Murete de ladrillos	4900
M-2 Murete o broque de Tecnopor	4500

Nota: Resultados obtenidos del laboratorio de la UNI.

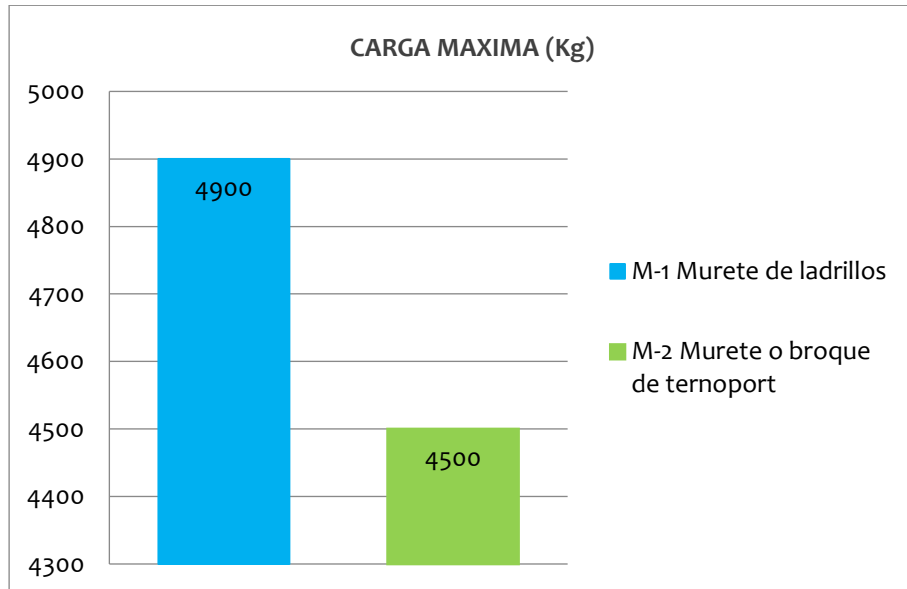


Fig.17. Descripción de la carga máxima (Kg) del murete.

Se observa en el muro de ladrillos tiene una carga máxima (Kg) de 4900 y el murete o broque de Tecnopor obtuvo un 4500. Eso significa que el muro de ladrillo obtuvo mayor carga de peso.

Tabla 2. Descripción de la M-1 y M-3

Muestra	Esfuerzo de corte (Kg/cm <sup>2</sup> )
M -1 Murete de ladrillos	4.9
M -3 Murete o broque de Tecnopor	2.6

Nota: Resultados obtenidos del laboratorio de la UNI.

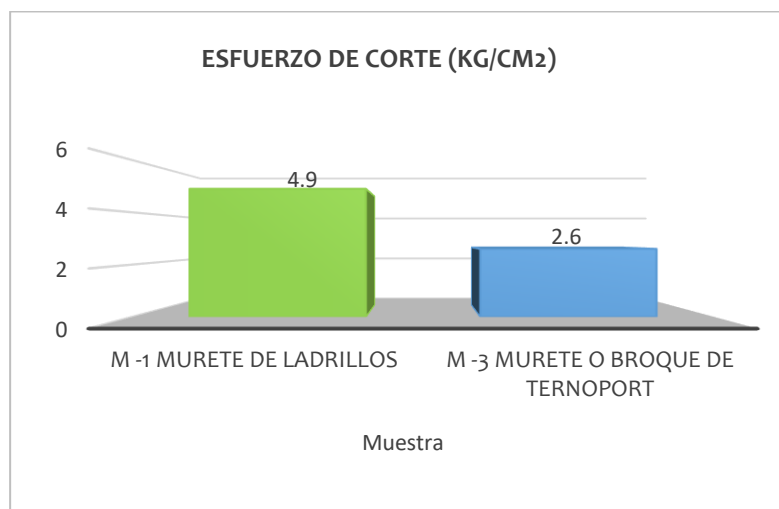


Fig. 18. Descripción de la M-1 y M-3

Se observa que la M-1 alcanzó un resultado de 4.9, mientras que la M-3 obtuvo 2.6. Esto indica que la M-1 experimentó un mayor esfuerzo de corte ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ ), pero se colapsó y desmoronó más rápidamente, a diferencia de la M-3, que solo presentó rajaduras sin colapsar.

### Características mecánicas del terreno

Tabla 3. Calicata C -01

Tipo de suelo	%
Grava	0.5
Arena	38.2
Finos	61.3

Nota: Resultados obtenidos del laboratorio de la UNI.

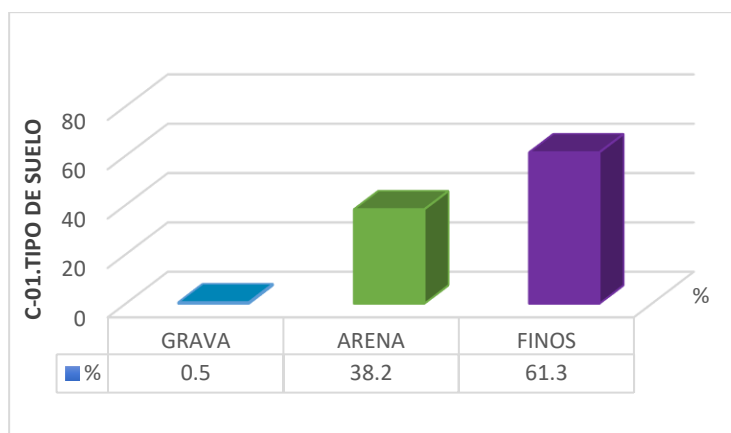


Fig. 19. Clasificación de suelo.

Se observa que la grava representa el 0.5%, la arena el 38.2% y los finos el 61.3%. Esto sugiere que el contenido de humedad es del 12% de acuerdo con el método "B".

Tabla 4. Corte directo C-01

Especimen N°	I	II	III
Esfuerzo de corte (cm)	2.398	2.393	2.392
Esfuerzo normal ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	0.5	1	1.5
Esfuerzo de corte máximo ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	0.389	0.632	0.886

Nota: Resultados obtenidos del laboratorio de la UNI.

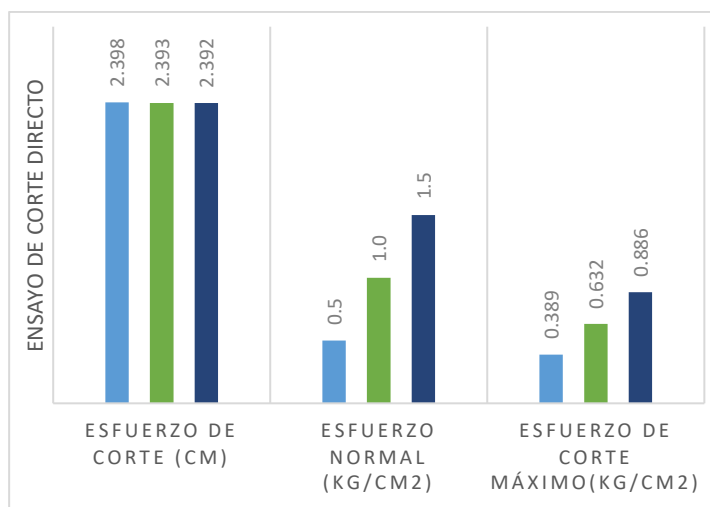


Fig. 20. Remoldeado (material < Tamiz N° 4).

El esfuerzo de corte en el nivel I es de 2.398 cm, en el nivel II es de 2.392 cm, y en el nivel III es también de 2.392 cm. En cuanto al esfuerzo normal, es de 0.5 kg/cm<sup>2</sup> en el nivel I, 1.0 kg/cm<sup>2</sup> en el nivel II, y 1.5 kg/cm<sup>2</sup> en el nivel III. En lo que respecta al esfuerzo de corte máximo, es de 0.389 kg/cm<sup>2</sup> en el nivel I, 0.632 kg/cm<sup>2</sup> en el nivel II, y 0.886 kg/cm<sup>2</sup> en el nivel III.

Tabla 5. Calicata C-02

Tipo de suelo	%
Grava	1.0
Arena	38.3
Finos	60.7

Nota: Resultados obtenidos del laboratorio de la UNI.

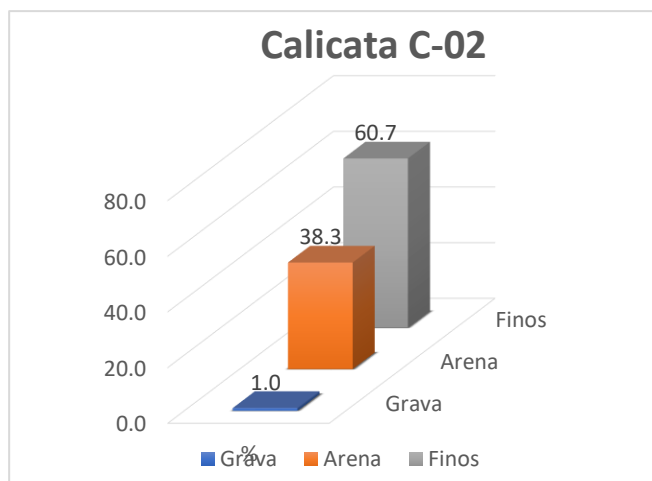


Fig. 21. Tipo de suelo.

La calicata C-02 tiene una profundidad de 2.20 m y se realizó utilizando el procedimiento interno AT-PR.4 "Método B". Se observa que la composición del suelo presenta un 1.0% de grava, un 38.3% de arena y un 60.7% de finos.

### Diseño estructural

Tabla 6. Descripción de los muretes

Muestra	Carga máxima (Kg)
M - 2 Murete o broque de Tecnopor	3500
M - 3 Murete o broque de Tecnopor	4500
M - 4 Murete o broque de Tecnopor	1500

Nota: Resultados obtenidos del laboratorio de la UNI.

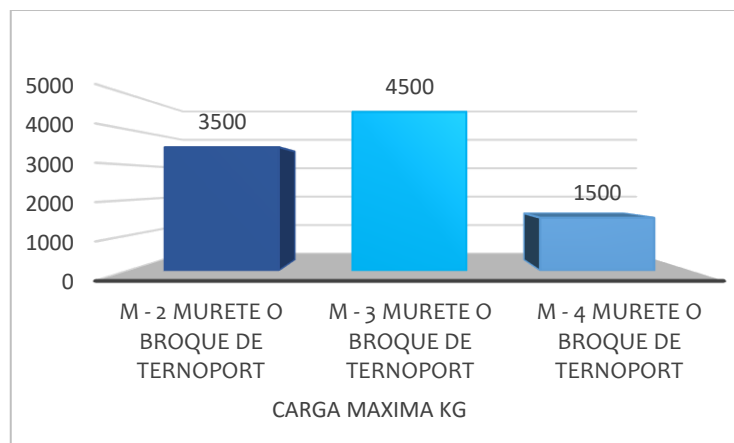


Fig.22. Descripción de la carga máxima (kg) M-2, M-3, M-4.

Se observa que la M-2 registró un rendimiento de 3500, la M-3 alcanzó 4500 y la M-4 obtuvo 1500. Esto sugiere que la M-3 logró soportar una carga máxima superior en kilogramos.

Tabla 7. Descripción de la muestra 2,3,4

Muestra	Esfuerzo de corte (kg/cm <sup>2</sup> )
M - 2 Murete o broque de Tecnopor	2.0
M - 3 Murete o broque de Tecnopor	2.6
M - 4 Murete o broque de Tecnopor	0.9

Nota: Resultados obtenidos del laboratorio de la UNI.

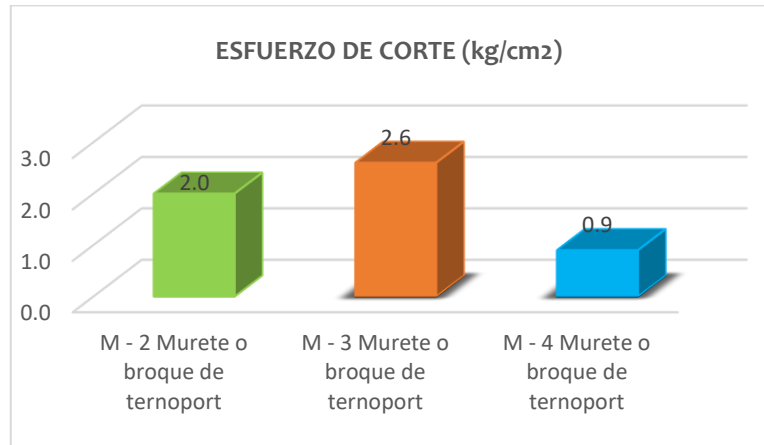


Fig. 23. Descripción de la Muestra 2,3,4.

Se observa que la M-2 registró un valor de 2.0, mientras que la M-3 alcanzó 2.6; en contraste, la M-4 presentó 0.9. Esto sugiere que la M-3 experimentó un mayor esfuerzo de corte en kilogramos por centímetro cuadrado.

### Prototipo de vivienda

Tabla 8. Murete de ladrillo

Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
Cemento	bls	0.509	26.50	S/ 13.49
Arena gruesa	m <sup>3</sup>	0.035	5.00	S/ 5.00
Ladrillo	und	20.00	0.88	S/ 17.60
Perlas de poliestireno	kg	0.20	11.90	S/ 2.38
Agua	m <sup>3</sup>	0.03	5.00	S/ 1.50
			Precio Total	S/ 39.97

Nota: Elaboración propia.

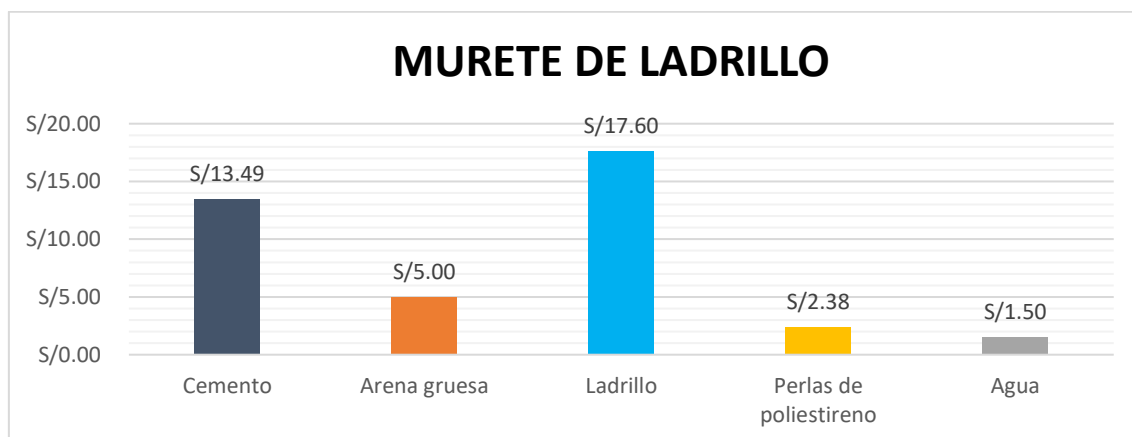


Fig. 24. Presupuesto para un murete de ladrillo.

Se utilizó 0.509 de cemento, equivalente a 11 kilogramos con un costo de S/13.49. Además, se adquirió un saco de arena gruesa por S/5.00, 20 ladrillos por S/17.60, y una bolsita de perlas de poliestireno por S/2.38. Finalmente, se emplearon tres baldes de agua por un costo de S/1.50, lo que da un total de S/39.97.

Tabla 9. Muretes de Tecnopor

Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
Cemento	bls	1.00	26.50	S/ 26.50
Arena gruesa	m <sup>3</sup>	0.105	5.00	S/ 15.00
Casetón Tecnopor 4" (1.2x0.30)	und	4.00	11.90	S/ 47.60
Acero corrugado de 1/4 x 9 m	Kg/m	3.00	25.00	S/ 75.00
Malla de acero galvanizado 3/8"	m	4.00	5.00	S/ 20.00
Clavo de 2 1/2"	Kg	0.25	1.00	S/ 1.00
Tripley 1.22x2.44	pln	2.00	30.00	S/ 60.00
Alambre negro recocido N°16	Kg	4.00	6.00	S/ 24.00
Agua	m <sup>3</sup>	0.05	5.00	S/ 2.50
<b>Precio Total</b>				<b>S/ 271.60</b>

Nota: Elaboración propia.

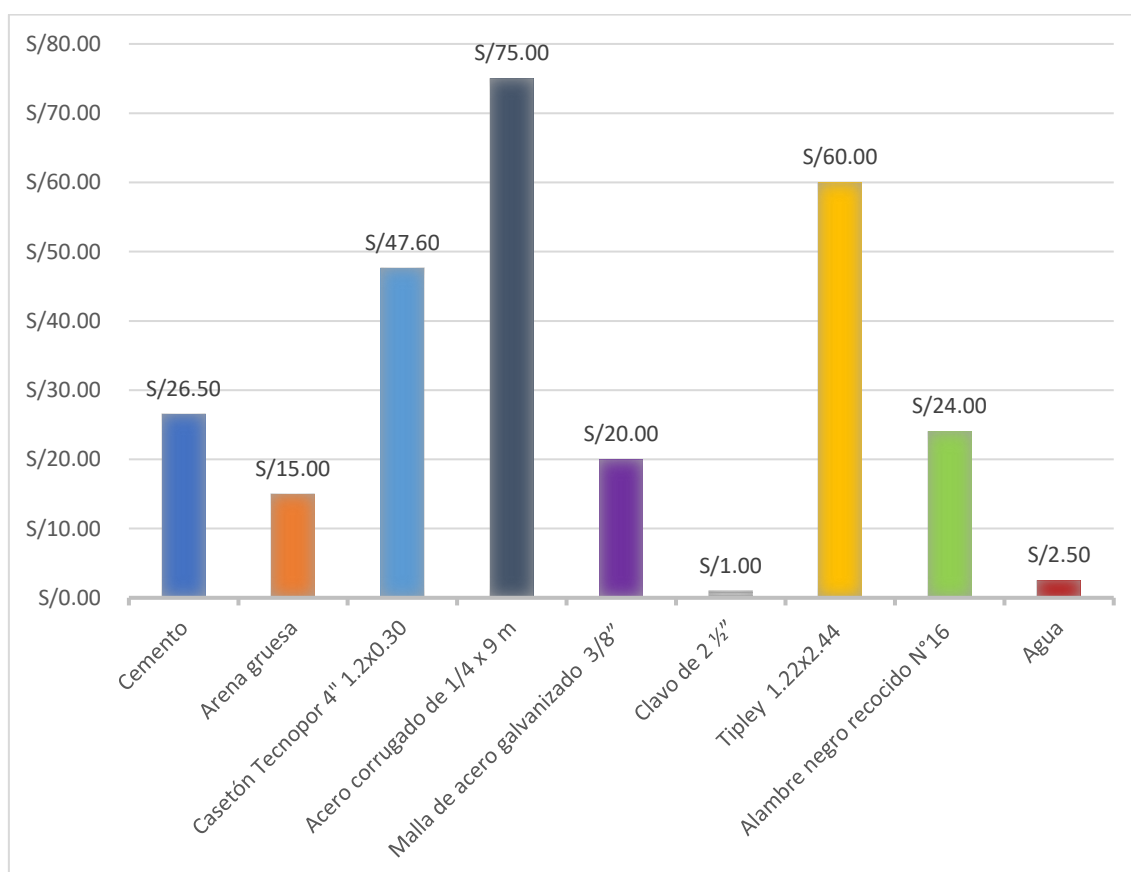


Fig. 25. Presupuesto para 3 murete de Tecnopor.

Se constató que se utilizó un saco de cemento con un costo de S/ 26.50; tres sacos de arena gruesa por un total de S/ 15.00; cuatro casetones de Tecnopor de 4" con medidas de 1.2x0.30, por un total de S/ 47.60; cuatro metros de malla de acero galvanizado de 3/8" por S/ 20.00; clavos de 2 1/2" por S/ 1.00; dos planchas de tripley de 1.22x2.44 a un precio de S/ 60.00; y cuatro kilogramos de alambre recocido N°16 por S/ 24.00. Adicionalmente, se emplearon cinco baldes de agua por S/ 2.50. El costo total de la construcción de los tres muretes de Tecnopor fue de S/ 271.60.

### Comparación de costo

Tabla 10. A.C.U Muro de ladrillo

<b>Muro ladrillo K.K. de arcilla 18 H (0.09x0.13x0.24)</b>				
Descripción recurso	Und	Cant.	Precio S/	Parcial S/.
<b>Mano de obra</b>				
Operario	hh	0.8000	26.15	20.92
Peón	hh	0.4000	18.60	7.44
				28.36
<b>Materiales</b>				
Alambre negro recocido N° 8	kg	0.2000	6.50	1.30
Arena gruesa	m3	0.0295	65.00	1.92
Cemento portland	bol	0.2900	29.00	8.41
Ladrillo KK 18 huecos 9X13X24 cm	und	42.0000	0.88	36.96
Agua	m3	0.0076	10.00	0.08
				48.67
<b>Equipos</b>				
Herramientas manuales	%mo	3.0000	28.36	0.85
Andamio metálico	día	0.1000	50.00	5.00
				5.85

Nota: Elaborado por los autores.

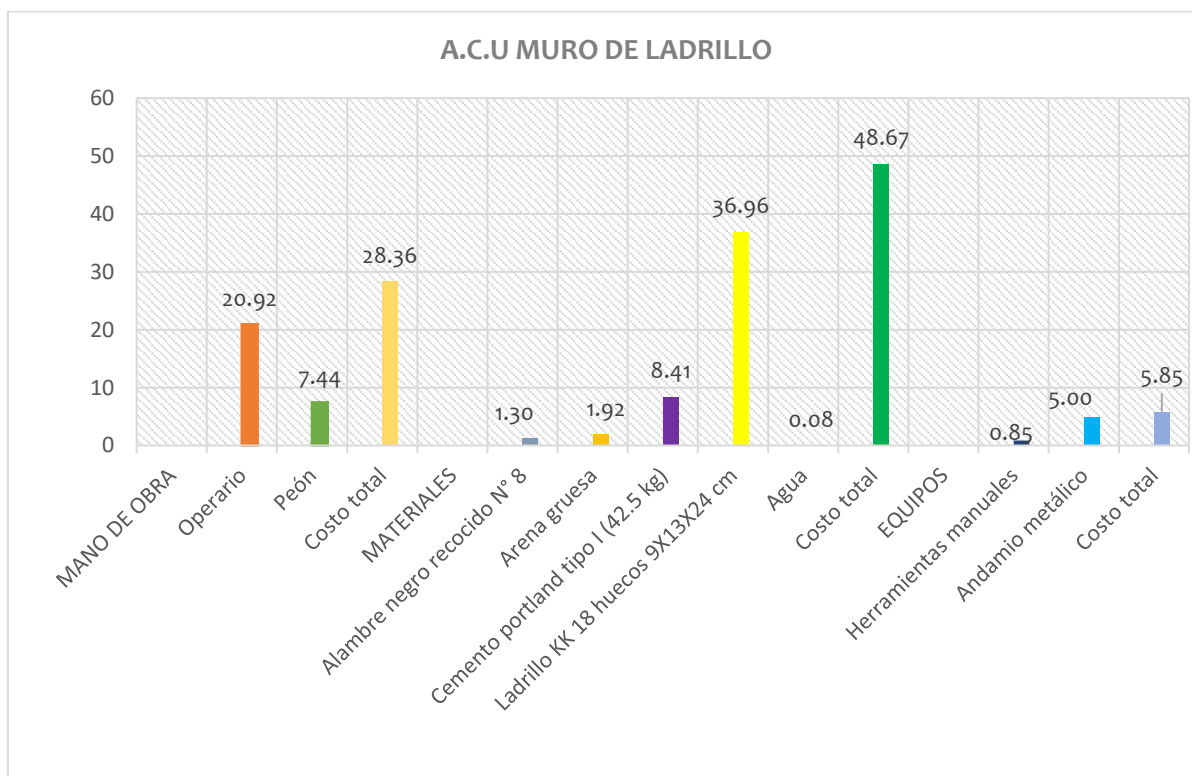


Fig.26. Presupuesto para una vivienda unifamiliar con ladrillo.

El costo de la mano de obra es de 20.92 para el operario y 7.44 para el peón, sumando un total de 28.36. En cuanto a los materiales, el alambre negro N°8 cuesta 1.30, la arena gruesa 1.92, el cemento 8.41, el ladrillo KK18 hueco de 9x13x24 cm 36.96, y el agua 0.08, lo que da un total de 48.67. En relación a los equipos, las herramientas manuales tienen un costo de 0.85 y el andamio metálico 5.00, sumando un total de 5.85.

Tabla 11. A.C.U Muro De Tecnopor

<b>Muros portantes de poliestirenos con acero reforzado y mortero de concreto</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>				
Operario	hh	0.1778	26.15	4.65
Peón	hh	0.0889	18.60	1.65
				6.30
<b>Materiales</b>				
Alambre negro recocido N° 8	kg	0.2500	6.50	1.63
Malla electrosoldada cuadrada de acero 1.22 X 0.60 X 1/8"	rl	0.5000	6.00	3.00
Arena gruesa	m3	0.0280	65.00	1.82
Tecnopor de e = 4" 0.60 X 1.20 m	pln	1.0000	11.90	11.90
Cemento portland	bol	0.2900	29.00	8.41
Agua	m3	0.0180	10.00	0.18
				26.94
<b>Equipos</b>				
Herramientas manuales	%mo	3.0000	6.30	0.19
				0.19

Nota: Elaborado por los autores.

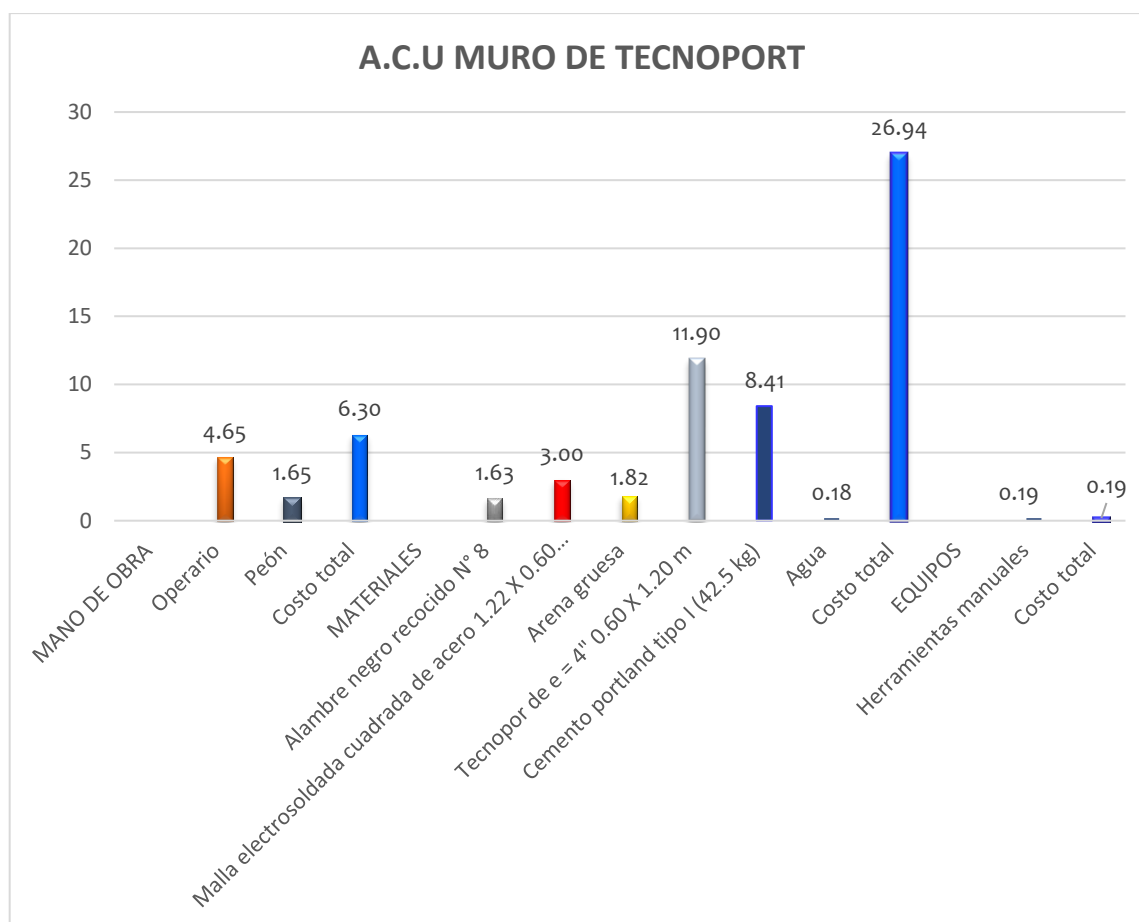


Fig. 27. Presupuesto para una vivienda unifamiliar con Tecnopor.

El costo de la mano de obra es de 4.65 para el operario y 1.65 para el peón. En cuanto a los materiales, el alambre negro recocido N°8 cuesta 1.63, la malla electrosoldada cuadrada de acero de 1.22 x 0.60 x 1/8" tiene un precio de 3.00, la arena gruesa vale 1.82, el Tecnopor de 4" de espesor y dimensiones 0.60 x 1.20 m tiene un costo de 11.90, el cemento Portland Tipo I (42.5 kg) es de

8.41, y el agua cuesta 0.18, lo que totaliza 26.94. En cuanto a los equipos, las herramientas manuales tienen un valor de 0.19.

#### **IV. DISCUSIÓN**

Los muros portantes adicionando perlas de poliestireno consistió en utilizar residuos de poliestireno como áridos en la fabricación de hormigón ligero (Espinoza, Torres, Rojas y Cocha, 2020). Las pruebas de fractura indican que el aditivo utilizado como relleno en la mezcla de hormigón ligero optimiza la resistencia química y reduce el peso del hormigón, sin alterar de manera significativa sus propiedades mecánicas.

Las características mecánicas del terreno. Consistió en analizar y diseñar estructuralmente una vivienda unifamiliar con muros de ductilidad limitada (Anco, Mamani y Cotrado, 2021). Se aplicaron las normativas nacionales de construcción en el análisis estructural de una vivienda, utilizando muros elásticos restringidos. También se determinó el modelo del plano arquitectónico y se estudió la mecánica del suelo para evaluar su capacidad portante.

El diseño de concreto se emplearon cálculos básicos para el sistema estructural de una vivienda unifamiliar, abarcando evaluaciones de durabilidad y resistencia sísmica (Rupay, Llanos, Gonzales, Chávez, Córdova y Valerio, 2023). Se realizaron un análisis comparativo del diseño estructural en una vivienda unifamiliar utilizando sistemas de pórticos y aplicando las normas E.030 de 2003, 2016 y 2018 para diseño sismorresistente (Cruz y Yoctun, 2022). Su objetivo fue comparar la deformación de la entreplanta y las fuerzas cortantes estáticas y dinámicas máximas.

La comparación de costo fue desarrollar un bloque ligero que se diferenciara del mercado convencional en cuanto a rentabilidad, incorporando vermiculita y espuma de poliestireno en la mezcla de mortero. Se realizaron 4 pruebas de bloques con distintas proporciones, siendo la cuarta prueba la más eficaz con una dosis del 20% de poliestireno para bloques livianos (Villalta, González y Valero, 2023). También se llevaron a cabo análisis económicos y ambientales comparando con el bloque tradicional.

#### **V. CONCLUSIONES**

El muro de ladrillos soporta una carga máxima de 4900 kg, mientras que el bloque de Tecnopor alcanza hasta 4500 kg, indicando que el muro de ladrillos puede soportar un peso mayor. En las pruebas de resistencia, la M-1 muestra un resultado de 4.9, en comparación con el 2.6 de la M-3, lo que sugiere que la M-1 experimenta un mayor esfuerzo de corte en kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, el muro M-1 colapsa y se desmorona más rápidamente, mientras que el M-3 solo presenta una rajadura sin llegar al colapso.

En la calicata C-01, el porcentaje de grava es del 0.5%, mientras que el contenido de arena es del 38.2% y los finos representan el 61.3%. El esfuerzo de corte en los niveles I, II y III se mide en 2.398 cm, 2.392 cm y 2.392 cm, respectivamente. A la vez, el esfuerzo normal varía desde 0.5 kg/cm<sup>2</sup> en el nivel I, 1.0 kg/cm<sup>2</sup> en el nivel II, hasta 1.5 kg/cm<sup>2</sup> en el nivel III. En cuanto al esfuerzo de corte máximo, se registran valores de 0.389 kg/cm<sup>2</sup> en el nivel I, 0.632 kg/cm<sup>2</sup> en el nivel II y 0.886 kg/cm<sup>2</sup> en el nivel III.

La M-2 mostró un rendimiento de 3500, mientras que la M-3 alcanzó 4500 y la M-4 obtuvo 1500, lo que indica que la M-3 soportó una carga máxima mayor en kilogramos. En cuanto al esfuerzo de corte, la M-2 tuvo un valor de 2.0, la M-3 alcanzó 2.6, y la M-4 presentó 0.9, lo que sugiere que la M-3 experimentó un mayor esfuerzo de corte en kilogramos por centímetro cuadrado. Además, la M-3 no mostró signos de colapso ni desprendimiento, y fue más resistente al desmoronamiento.

El costo total de una vivienda construida con ladrillos es de S/49,412.80, mientras que una vivienda hecha con Tecnopor cuesta S/44,302.64. Esto indica que la vivienda con Tecnopor resulta más económica, mientras que la construcción con ladrillos es más costosa.

#### **VI. CONFLICTO DE INTERESES**

Todas las citas y referencias bibliográficas se realizaron de acuerdo con la Normas APA - 7ma edición. Se siguieron las pautas establecidas en la guía para la elaboración de artículos científicos, considerando los siguientes aspectos éticos:

- **Honestidad en la presentación de resultados:** Se asegura que los resultados obtenidos se presentan de manera precisa y veraz.
- **Declaración de conflictos de intereses:** Se declara que no existen conflictos de intereses que puedan influir en los resultados o en la interpretación de los hallazgos.
- **Uso adecuado de fuentes y referencias:** El autor confirma haber citado correctamente las fuentes empleadas durante la investigación, respetando los derechos de autor y evitando el plagio.

## REFERENCIAS

- Anco Mamani, R., Mamani Zapana., A., Cotrado Flores, D.(2021). Análisis y diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar con muros de ductilidad limitada. *Artículo original: Ingeniería Investiga*. Vol. 3(1). pp.560-577. <https://doi.org/10.47796/ing.v3i1.481>
- Assaad , J., Mikhael, C., y Hanna, R.(2022). Recycling of waste expanded polystyrene concrete in lightweight sandwich panels and structural applications. *Article Science Direct*. Volumen 4. <https://doi.org/10.1016/j.clema.2022.100095>
- Andía Arias, J. y Erazo Erazo, R. (2021) Resistencia a la compresión del concreto con adición del poliestireno expandido y extruido reciclados. *Rev. Inst. Investig. UNMSM*. Vol. 24 Núm. 48. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v24i48.20725>
- Carvajal Graciano, J., Aguirre Sierra, D., Valoyes Mena, W., y Arbeláez Pérez, O.(2022). Efecto de la incorporación de residuos de vidrio en las propiedades del hormigón con poliestireno. *Revista Lasallista de Investigación. EBSCOhost*. 19(2):184-197 [https://www.researchgate.net/publication/368669260\\_Efecto\\_de\\_la\\_incorporacion\\_de\\_residuos\\_de\\_vidrio\\_en\\_las\\_propiedades\\_del\\_hormigon\\_con\\_poliestireno](https://www.researchgate.net/publication/368669260_Efecto_de_la_incorporacion_de_residuos_de_vidrio_en_las_propiedades_del_hormigon_con_poliestireno)
- De la Cruz Álvarez, J., y Yoctun Ríos, R. (2022).Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación regular e irregular de ocho niveles en un sistema portuario aplicando la norma E.030 2003, 2016 y 2018 de diseño sismorresistente en la ciudad de Lima. *Artículo scielo: Minería y Geología*. Vol.23, n.1, pp.48-71 <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.5>
- El Gamal,S., Al-Jardani,Y., Seddik Meddah,M., Abu Sohel.,K y Al-Saidy, A. (2023). Propiedades mecánicas y térmicas del hormigón ligero con perlas de poliestireno expandido reciclado. *Revista Europea de Ingeniería Civil y Ambiental. Scopus*. Vol. 28, No. 1, 80–94. <https://doi.org/10.1080/19648189.2023.2200830>
- Espinoza Merchan, M.; Torres Parra, L.; Rojas Arias, N. y Cocha Vesga, P.(2020). Recuperación e incorporación de residuos sólidos de poliestireno expandido en concreto liviano. *Revista de Ing. scielo*. 25(3). pp. 223-236. <https://doi.org/10.14483/23448393.15681>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P.(2014). *Metodología de la investigación*. 6ª ed. Mcgraw - hill / interamericana editores, S.A. DE C.V. México. pp.155. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>
- Jiménez Rojas, E., Pulgarín Penagos, S., Vásquez Tuberquia, M., Gómez Jaramillo, C., Granda Ramírez, C., & Hincapié Mejía, G. (2022). Uso de un solvente verde para la reducción del volumen del poliestireno expandido en un establecimiento educativo. *Artículo de investigación: Ing-NOVA*. 1(1), 18-29. <https://doi.org/10.32997/rin-2022-3725>
- Lomas, M., Prieto Barrio, M., Terreros, C., Cobo Escamilla, A.(2022). Comportamiento mecánico de hormigones con áridos reciclados y poliestireno expandido, enfocado a paneles prefabricados. *Artículo de Investigación Dyna. EBSCOhost*. Vol. 98, N.º 2, pp. 189-196. <https://dx.doi.org/10.6036/10706>

Mohamed Mehdi, M., Martel Carranza, C., Huayta Meza, F., Rojas León, C. y Arias Gonzáles, J. (2023). *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis*. 1ra edición. Editorial Inudi. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.073>

Ostaiza Párraga, M., Ormaza Loor, D., Vanga Arvelo, M.(2023). Diseño estructural de una vivienda de interés social con materiales sostenibles. *Artículo de Investigación. Pol. Con.* Vol. 8, N.º 9, pp. 338-376. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6019/15166>

Orellana Jara, A., y Maldonado Noboa, J.(2022). Comportamiento estructural de muros portantes. *Polo del Conocimiento: Revista científico – profesional*. (Edición núm. 70) Vol. 7, No 10, pp. 1687-1709. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9438935>

Prasittisopin, L., Termkhajornkit P., y Hoon Kim, Y. (2022). Review of concrete with expanded polystyrene (EPS): Performance and environmental aspects. *Article preview Web of Science*. Volumen 366. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132919>

Rupay Vargas, M., Llanos Cerrón, J., Gonzales Huamán, C., Chávez Paucarcaja, H., Córdova Camarena, P., y Valerio Córdova, D.(2023). Análisis del Sistema Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 4 Pisos determinado por el Cálculo de la Cortante Basal. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. Vol. 7 Núm. 3, 2523-2541. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i3.6363](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6363)

Sousa León, L., Pandolfi Spini, G., Santos de Francia, M., y Carvalho Costa, E.(2024). Recycled expanded polystyrene (EPS) as an eco-friendly alternative for sand in rendering mortars. *Construction and Building Materials. Article Science Direct*. Volume 414. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.135018>

Vásquez Ramírez, A., Guanuchi Orellana, L., Cahuana Tapia, R., Vera Teves, R., Holgado Tisoc, J. (2023). *Métodos de investigación científica*. 1ra. Edición. Editorial Inudi. S.A.C. Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.094>

Villalta-Góngora, V., González-Tobar, E., y Valero-Fajardo, C.(2023). Diseño de un bloque alivianado utilizando poliestireno expandido, PET, vermiculita como agregados. Ecuador. *Artículo Digital. Publisher*. 8(3) pp. 383-394. <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.3.1708>

Villa Damián, M., Patiño, J., Mogrovejo, D., y Bernal, J.(2023). Influence of Recycled Expanded Polystyrene for Sustainable Structural Concrete. *Revista científica: Proquest*. Tomo 120. Número:3,pp.87-99. <https://www.proquest.com/docview/2813696316?sourcetype=Scholarly%20Journals>

## Este preprint fue presentado bajo las siguientes condiciones:

- Los autores declaran que son conscientes de que son los únicos responsables del contenido del preprint y que el depósito en SciELO Preprints no significa ningún compromiso por parte de SciELO, excepto su preservación y difusión.
- Los autores declaran que se obtuvieron los términos necesarios del consentimiento libre e informado de los participantes o pacientes en la investigación y se describen en el manuscrito, cuando corresponde.
- Los autores declaran que la preparación del manuscrito siguió las normas éticas de comunicación científica.
- Los autores declaran que los datos, las aplicaciones y otros contenidos subyacentes al manuscrito están referenciados.
- El manuscrito depositado está en formato PDF.
- Los autores declaran que la investigación que dio origen al manuscrito siguió buenas prácticas éticas y que las aprobaciones necesarias de los comités de ética de investigación, cuando corresponda, se describen en el manuscrito.
- Los autores declaran que una vez que un manuscrito es postado en el servidor SciELO Preprints, sólo puede ser retirado mediante solicitud a la Secretaría Editorial deSciELO Preprints, que publicará un aviso de retracción en su lugar.
- Los autores aceptan que el manuscrito aprobado esté disponible bajo licencia [Creative Commons CC-BY](#).
- El autor que presenta el manuscrito declara que las contribuciones de todos los autores y la declaración de conflicto de intereses se incluyen explícitamente y en secciones específicas del manuscrito.
- Los autores declaran que el manuscrito no fue depositado y/o previamente puesto a disposición en otro servidor de preprints o publicado en una revista.
- Si el manuscrito está siendo evaluado o siendo preparando para su publicación pero aún no ha sido publicado por una revista, los autores declaran que han recibido autorización de la revista para hacer este depósito.
- El autor que envía el manuscrito declara que todos los autores del mismo están de acuerdo con el envío a SciELO Preprints.